

HEDINALDO NARCISO LIMA

CRESCIMENTO INICIAL DE SETE ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS EM RESPOSTA
À ADUBAÇÃO COM NPK A CAMPO.

Dissertação apresentada à Universidade Federal
de Lavras como parte das exigências do curso de Pós
Graduação em Agronomia, área de concentração Solos
e Nutrição de Plantas, para obtenção do título
de "Mestre"

Orientador
Fabiano Ribeiro do Vale



UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

Lavras - Minas Gerais

1995

Ficha Catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFLA.

Lima, Hedinaldo Narciso

Crescimento inicial de sete espécies arbóreas
nativas em resposta à adubação com NPK a campo /
Hedinaldo Narciso Lima. Lavras : UFLA, 1995.
63 p. : il.

Orientador: Fabiano Ribeiro do Vale.

Dissertação (Mestrado) - UFLA.

Bibliografia

1. Adubação. 2. Florestas - Espécies nativas -
Adubação. 3. Florestas nativas - Adubação.
4. Solos - Recuperação. I. Universidade Federal
de Lavras. II. Título.

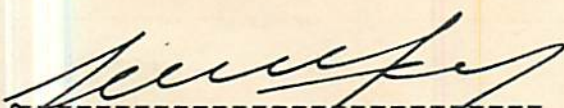
CDD-631.81
-634.9

HEDINALDO NARCISO LIMA


CRESCIMENTO INICIAL DE SETE ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS EM RESPOSTA
À ADUBAÇÃO COM NPK A CAMPO.

Dissertação apresentada à Universidade Federal
de Lavras como parte das exigências curso de Pós-
Graduação em Agronomia, área de concentração
Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do
título de "Mestre"

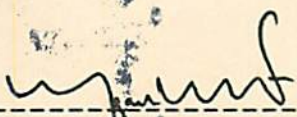
APROVADA EM 21 DE DEZEMBRO DE 1994:



Prof. José Oswaldo Siqueira



Prof. Geraldo A. de A. Guedes



Prof. Mozart Martins Ferreira



Prof. Fabiano Ribeiro do Vale
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

À Universidade do Amazonas e a Faculdade de Ciências Agrárias pela oportunidade concedida para a realização deste trabalho.

À Universidade Federal de Lavras pela oportunidade e à CAPES-PICD (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Programa Institucional de Capacitação Docente) pela concessão da bolsa de estudo.

À CEMIG (Centrais Elétricas de Minas Gerais) e ao Departamento de Ciências do Solo da UFLA pelo apoio na realização deste trabalho.

Ao Professor Fabiano Ribeiro do Vale pelo apoio, orientação e ensinamentos.

Ao Professor José Oswaldo Siqueira por importantes sugestões na realização deste trabalho e aos demais membros da Banca Examinadora, Professores Mozart Martins Ferreira e Geraldo Aparecido de A. Guedes pelas sugestões apresentadas.

Ao Professor Carlos Alberto Franco Tucci (UA-FCA) por toda a ajuda prestada ao longo do período de realização do curso.

À Professora Denise pela ajuda na análise estatística.

Ao Departamento de Ciências Florestais, em especial aos Professores Antonio Claudio Davide, José Márcio e José Roberto Scolforo por importantes informações prestadas.

Aos amigos Tadeo Carniel, Eliane, Cristiane, Alessandra, Daniela, Renato Campbell, Renato Assis, Inês, Renato Passos por cada um dos bons momentos dos últimos 30 meses.

Às todas pessoas que ajudaram na coleta de dados, nas análises químicas e com informações diversas, contribuindo diretamente para a realização deste trabalho, sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

LISTA DE QUADROS	v
LISTA DE FIGURAS	vi
RESUMO	viii
SUMMARY	x
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO	
2.1. Populações vegetais naturais: características e importância ..	3
2.2. Aspectos nutricionais das espécies florestais arbóreas.....	6
2.3. Resposta à adubação.....	10
3. MATERIAL E MÉTODOS	
3.1. Características da área de estudo.....	14
3.2. Espécies estudadas.....	15
3.3. Experimentos.....	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	
Experimento 1 - Resposta à adubação NPK	18
Experimento 2 - Resposta ao superfosfato simples.....	31
5. CONCLUSÕES.....	42
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43
7. ANEXO.....	49

LISTA DE QUADROS

Quadro	Página
1	Características ecológicas das espécies estudadas..... 15
2	Resposta em altura, diâmetro da copa e diâmetro da base das espécies aos oito meses após o plantio em função da adubação NPK e omissão de N, P e K. 20
3	Resposta em altura, diâmetro da copa e diâmetro da base das espécies aos dezesses meses após o plantio em função da adubação NPK e omissão de N, P e K. 21
4	Resposta das sete espécies estudadas à doses de superfosfato simples aos oito meses após o plantio 32
5	Resposta das sete espécies estudadas à doses de superfosfato simples aos oito meses após o plantio 33
6	Doses estimadas de superfosfato simples (g/cova) para o crescimento máximo e 90% do crescimento máximo (dose crítica) das sete espécies estudadas aos oito e dezesses meses após o plantio 41

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1	Crescimento relativo da aroeirinha (a), cássia verrugosa (b), fedegoso (c), angico amarelo (d), ipê tabaco (e), jacarandá mineiro (f) e pau pereira (g), em função da adubação NPK e omissão de nutrientes avaliado pela altura. T (testemunha), C (adubação NPK), -N (omissão de N), -P (omissão de P) e -K (omissão de K) 28
2	Crescimento relativo da aroeirinha (a), cássia verrugosa (b), fedegoso (c), angico amarelo (d), ipê tabaco, (e) jacarandá mineiro (f) e pau pereira (g), em função da adubação NPK e omissão de N, P e K, avaliado pelo diâmetro da copa. 29
3	Crescimento relativo da aroeirinha (a), cássia verrugosa (b), fedegoso (c), angico amarelo (d), ipê tabaco, (e) jacarandá mineiro (f) e pau pereira (g), em função da adubação NPK e omissão de N, P e K, avaliado pelo diâmetro da base. 30
4	Resposta em crescimento da cássia verrugosa e do fedegoso à doses de superfosfato simples aos oito e dezesseis meses após o plantio 36
5	Resposta em crescimento da aroeirinha e do angico amarelo à doses de superfosfato simples aos oito e dezesseis meses após o plant..... 37
6	Resposta em crescimento do ipê tabaco e jacarandá mineiro à doses de superfosfato simples aos oito e dezesseis meses após o plantio 38

7	Resposta em crescimento do pau pereira doses de superfosfato simples aos oito e dezesseis meses após o plantio	39
---	--	----

RESUMO

LIMA, H.N. Crescimento inicial de sete espécies arbóreas nativas em resposta à adubação com NPK a campo. Lavras, UFLA, 1995. 54p. (Dissertação - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).

Avaliou-se a resposta à adubação com NPK, à omissão das fontes dos nutrientes e à doses de fósforo sobre o crescimento inicial a campo de angico amarelo (*Peltophorum dubium*), aroeirinha (*Schinus terebinthifolius*), cássia verrugosa (*Senna multijuga*), fedegoso (*Senna macranthera*), ipê tabaco (*Tabebuia crhysotrich*), jacarandá mineiro (*Machaerium villosum*) e pau pereira (*Platycianus regnellii*), em dois experimentos conduzidos em um Latossolo Vermelho-Escuro, textura argilosa, relevo plano, fase cerrado sob cobertura vegetal de *Melinis minutiflora*. O primeiro experimento constou dos seguintes tratamentos: sem adubação; completo (NPK); omissão de N; omissão de P; e omissão de K. Enquanto no segundo foram estudadas cinco doses de superfosfato simples (0; 50; 100; 200; e 400 g/cova). Ambos os experimentos foram dispostos em delineamento de blocos casualizados com três repetições e dez plantas por parcela para cássia verrugosa e fedegoso e quatro para as demais espécies. Aos oito e dezesseis meses após o plantio foi avaliado o crescimento em altura, diâmetro da copa e da base. Os resultados do primeiro experimento mostraram uma grande resposta de todas as espécies à adubação NPK, sendo que o incremento sobre o crescimento inicial

Orientador: Fabiano Ribeiro do Vale. Membros da Banca: José Oswaldo Siqueira, Mozart Martins Ferreira e Geraldo A. de Aquino Guedes.

variou de 61 a 325% sobre a testemunha, e uma grande limitação no crescimento inicial resultante da omissão de fósforo e principalmente nitrogênio. No segundo experimento todas as espécies mostraram resposta positiva à doses de superfosfato simples, sendo esta resposta, na maioria, quadrática, com dose crítica para 90% do crescimento máximo variando de 55 a 165 g de superfosfato simples. Ficou evidenciado a importância da adição de nutrientes, especialmente N e P, para garantir o sucesso do estabelecimento inicial destas espécies nas margens da represa de Camargos/Itutinga.

SUMMARY

Initial growth of seven native arboreous species in response NPK fertilization in field conditions.

The presence and absence of N, P and K fertilizers and levels of phosphorus on the initial growth in field of angico amarelo (*Peltophorum dubium*), aroeirinha (*Schinus terebinthifolius*), cássia verrugosa (*Senna multijuga*), fedegoso (*Senna macranthera*), ipê tabaco (*Tabebuia chrysotrich*), jacarandá mineiro (*Machaerium villosum*) e pau pereira (*Platycianus regnellii*), were evaluated in two experiments using, a clayey Dark Red Latosol (Oxisol), under vegetation of *Melinis minutiflora*. The first experiment had the trataments: without fertilization, complete (NPK), absence of N, absence of P and absence of K. In the second experiment were studied 5 levels of ordinary superphosphate (0; 50; 100; 200; e 400 g/plant). Both the experiments were randonized blocs with 3 replications and 10 plants for plot for cássia verrugosa and fedegoso and 4 plants for the other species. Growth was evaluated by plant height, diameter of canopy and base 8 and 16 months after seeding. The results of the first experiment presented a great response of all the species to NPK fertilization, with the variation of initial growth of 61 ad 325% in relation to control with a greatest limitation of initial growth in the absence of P and mainly N. In the second experiment all the species presented positive response in relation to ordinary superphosphate, with quadratic response in the majority, with critical level for 90% of the maxime growth varying from 55 ad 165 g of ordinary superphosphate/plant. It's evident the importance of adition of nutrients, specially N and P to guarantee sucessfull of initial establishment of this species in the soil studied.

1 - INTRODUÇÃO

A diversidade de espécies presentes na região tropical especialmente nas florestas, constitui-se numa das principais riquezas desta região. Destaca-se, neste caso, a vegetação como fator fundamental no equilíbrio ecológico e na preservação dos demais recursos naturais: solo, água e fauna.

A ação humana, associada a fenômenos naturais, altera freqüentemente o ambiente natural, levando-o ao desequilíbrio e, em caso mais extremos, à degradação. Recuperar uma área degradada significa reativar seu fluxo de energia e de nutrientes e realimentar sua diversidade, a fim de que o sistema atinja novo equilíbrio e torne-se novamente auto-sustentável.

A reintrodução de espécies arbóreas representa uma importante forma de restabelecer as condições anteriormente dominantes e minorar os prejuízos decorrentes da degradação, como perdas de solo, assoreamento de cursos d'água e redução da vida útil de represas.

O uso de espécies nativas da região a ser recuperada, nos programas de revegetação de áreas degradadas pode tornar mais fácil a recuperação, visto que as espécies nativas são, na maioria, adaptadas às condições ambientais da região de origem.

Por outro lado, é de fundamental importância conhecer as limitações do solo, os requerimentos nutricionais e a resposta das espécies ao uso de fertilizantes, especialmente a campo, a fim de que possam ser empregadas com êxito nos programas de revegetação e recuperação de áreas degradadas. Contudo, a nível de campo, poucos estudos têm sido realizados, resultando em um

incipiente conhecimento do comportamento nutricional e silvicultural da maioria das espécies nativas.

No presente estudo avaliou-se o efeito da adubação mineral com NPK e doses de superfosfato simples no crescimento inicial de espécies arbóreas a campo em um Latossolo Vermelho-Escuro de baixa fertilidade, localizado às margens da represa hidrelétrica de Camargos/Itutinga em Minas Gerais. As espécies estudadas foram: aroeirinha (*Schinus terebinthifolius* Raddi), cássia verrugosa (*Senna multijuga* (L.C.Rich.) I. & B.), fedegoso (*Senna macranthera* (Collad.) I. & B.), angico amarelo (*Peltophorum dubium* (Spreng) Taub.), ipê tabaco (*Tabebuia chysotrich* (Mart.) Standl.), jacarandá mineiro (*Machaerium villosum* Vog.) e pau pereira (*Platycianus regnellii* Benth).

2 - REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Populações vegetais naturais: características e importância

A estrutura e a composição das populações vegetais naturais são oriundas de uma série de eventos edafoclimáticos e ecológicos variáveis no tempo e no espaço. Entre os processos que colaboram para a manutenção destas estruturas estão as estratégias de estabelecimento, as quais podem ser definidas como o conjunto de características genéticas repetidas continuamente entre espécies ou populações, que facilitam a sua sobrevivência e ou reprodução em uma sucessão de ambientes (Piñ-Rodrigues, Costa e Reis, 1990) e dá origem aos conceitos de grupos ecológicos.

Existem várias terminologias utilizadas para caracterizar os grupos ecológicos (Swaine e Whitmore, 1988; Clark e Clark, 1987 e Budowski, 1965). A terminologia a ser considerada no presente estudo, referente aos diferentes estágios sucessionais: espécies pioneiras, espécies secundárias e espécies clímax segue as especificações feitas por Budowski (1965), cuja sequência, nesta ordem, orienta o desenvolvimento da floresta a partir de um distúrbio que venha a ocorrer na mesma (Barbosa et al., 1992).

As espécies pioneiras possuem um conjunto de características que favorece seu pronto estabelecimento, tal como, uma produção periódica e abundante de sementes que tende a formar bancos de sementes e cujo estoque é constantemente renovado por chuvas de sementes, e que apresentam alta capacidade de dispersão. Estas espécies possuem ainda mecanismos que

propiciam um rápido crescimento inicial, reprodução precoce, ciclo curto de vida e canalização de recursos para a reprodução (Piñ-Rodrigues, Costa e Reis, 1990).

As espécies secundárias têm sementes com capacidades de germinarem em condições de sombra ou baixa intensidade de luz, embora requeiram luz para seu crescimento. Suas sementes apresentam graus diferenciados de dormência e suas plântulas mantêm-se no sub-bosque com baixos níveis de crescimento. Enquanto as espécies clímax não são exigentes em luz para germinarem, contudo apresentam crescimento mais lento. Tendem a produzir sementes com grandes reservas, de curta longevidade natural e se regeneram a partir de banco de plântulas no solo. Suas sementes são em geral grandes podendo apresentar atrativos para agentes dispersores (Clark e Clark, 1987).

Os diversos grupos ecológicos devem estar presentes nos programas de reflorestamento e revegetação, além disso é recomendável o uso de espécies que apresentem a capacidade de renovarem-se naturalmente sem a interferência do homem. Kageyama et al. (1992) consideram as espécies nativas da região como as mais indicadas para a utilização em áreas destinadas à revegetação e reflorestamento, não só pela preservação das espécies regionais, mas também por que torna o ambiente mais próximo daquele originalmente existente e mais equilibrado ecologicamente.

A maior expansão do sistema radicular das espécies pioneiras, relativamente às clímax, confere às mesmas maior capacidade de absorção de nutrientes (Gonçalves et al., 1992a). Além da ocupação de um maior volume de solo, o sistema radicular de absorção das pioneiras, tanto a nível de viveiro quanto a nível de campo, apresentou raízes de menor espessura em maior quantidade e mais ramificadas, relativamente às clímax (Gonçalves et al., 1992b).

As características apresentadas, indicam que as plantas pioneiras possuem maior taxa de crescimento inicial e maior facilidade de estabelecimento, portanto maior potencial de uso na revegetação e no reflorestamento de áreas desprovidas de vegetação conforme preconizado por Kageyama et al. (1992).

Nos estudos de espécies florestais arbóreas, especialmente a campo, quanto maior a diversidade de espécies empregada, tanto mais representativo se torna o estudo. Por isso, no presente trabalho, foram selecionadas sete espécies arbóreas nativas, pertencentes aos diversos grupos ecológicos, cujas principais características ecológicas e fitossociológicas são descritas a seguir de acordo com Carvalho (1992) e Lorenzi (1992).

A aroeirinha é uma espécie pioneira, perenifolia e heliófita, comum em margens de rios, córregos e em várzeas úmidas de formações secundárias. Contudo, cresce em terrenos secos e pobres. Ocorre desde a restinga até as florestas pluvial e semidecídua de altitude, entre os Estados de Pernambuco e Mato Grosso do Sul e Rio Grande do Sul.

A cássia verrugosa é uma planta decídua no inverno, heliófita, pioneira, indiferente às condições físicas do solo, característica das matas secundárias (capoeira e capoeirões) da floresta pluvial atlântica. Ocorre em quase todo o Brasil, principalmente na mata pluvial da encosta atlântica.

O fedegoso é uma planta semidecídua ou decídua durante o inverno, heliófita, pioneira, indiferente às características físicas do solo, é muito frequente em formações secundárias de regiões de altitude. Ocorre desde o Ceará até São Paulo e Minas Gerais, na floresta semidecídua de altitude.

O angico amarelo é uma espécie secundária, decídua, heliófita que ocorre preferencialmente em solos argilosos úmidos e profundos das margens de rios, tanto na floresta primária

densa, quanto em formações secundárias. É característica da floresta latifoliada semidecídua da bacia do rio Paraná.

O ipê tabaco é uma planta decídua, heliófita, secundária, característica de formações abertas da floresta pluvial do alto da encosta atlântica, é mais frequente nas formações secundárias localizadas sobre solos bem drenados de encostas. Ocorre desde o Espírito Santo até Santa Catarina.

O jacarandá mineiro é uma planta perenifolia, heliófita, clímax, característica de florestas situadas principalmente em altitudes superiores a 500 m. Ocorre em terrenos bem drenados (geralmente arenosos) em topos de morros e encostas. Pode ser encontrada tanto no interior da mata primária quanto em formações secundárias, é mais frequente nos Estados de Minas Gerais, São Paulo e Paraná, principalmente na floresta semidecídua de altitude.

O pau pereira é uma planta decídua, heliófita, clímax, seletiva xerófita, característica de terrenos acidentados e pedregosos da floresta semidecídua de altitude, pode ser encontrada tanto nas formações secundárias, quanto na floresta primária densa. Ocorre principalmente na floresta semidecídua de altitude dos Estados da Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, Goiás e São Paulo.

2.2 Aspectos nutricionais das espécies florestais arbóreas

O conceito de vegetação florestal compreende um amplo espectro de fluxos de nutrientes, incluindo conservação, biodiversidade, interações e dependência mútua de fauna e flora, bem como produção vegetal sustentável (Nambiar e Sands, 1993). A compreensão de cada fase particular desse processo permite a sua reconstrução sempre que ocorram rupturas na sua estrutura ou sua destruição completa.

Bowen e Nambiar (1989) afirmam que a maioria das pesquisas acerca das espécies florestais, notadamente da nutrição

dessas espécies, tem sido conduzida, por razões históricas e econômicas na região temperada. Contudo, nos últimos anos, as espécies arbóreas tropicais têm sido objeto de diversos estudos (Faria, 1994; Oliveira-Filho, 1994; Renó, 1994; Barbosa et al., 1992; Montagnini et al., 1992; Martins, Takahashi e Borges, 1990).

Embora as relações fundamentais entre nutrição mineral e crescimento sejam as mesmas, tanto para as espécies arbóreas quanto para as demais espécies vegetais (Nambiar, 1989) e o conhecimento básico acerca da necessidade de nutrientes para o crescimento das plantas, os fatores do solo e da planta que regulam a absorção de nutrientes, e os princípios que formam a base da identificação e da correção de deficiências nutricionais tenham sido discutidos por alguns autores (Epstein, 1975; Mengel e Kirkby, 1982), a intensidade com que esses mecanismos e processos se desenvolvem nos trópicos contribui para que novos matizes possam sobressair, devido a diferentes tipos de solo, de espécies, condições climáticas e longas estações de crescimento (Jordan 1985).

Especial atenção deve ser dispensada ao ciclo de nutrientes requeridos nas regiões tropicais, visto que os aspectos nutricionais da maioria das espécies arbóreas tropicais são ainda pouco conhecidos (Lugo, Cuevas e Sanchez, 1990).

Os nutrientes minerais são supridos a partir do solo, e por mecanismos internos de transferência (Jokela, Allen e Mcfee, 1991). A retranslocação de nutrientes é um fenômeno altamente desenvolvido nas árvores, as quais retêm grandes reservas de nutrientes, especialmente nas folhas e troncos e têm a notável habilidade para mobilizar e reutilizar os nutrientes de maneira a sustentar seu crescimento a curto e longo prazos (Nambiar, 1989).

A demanda por nutrientes varia de estação para estação, de espécie para espécie e também em função do estágio de desenvolvimento, sendo mais intensa na fase inicial de

crescimento (Jokela, Allen e Mcfee, 1991 e Nambiar, 1989). Grandes quantidades de nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio são requeridas nesse período. Entretanto, dependendo do genótipo e da densidade inicial de cultivo, com o prosseguir do desenvolvimento, quando a fase de formação da madeira torna-se dominante, a absorção líquida destes nutrientes é grandemente reduzida (Jokela, Allen e Mcfee, 1991).

Os diferentes grupos ecológicos tendem a se comportar distintamente quanto aos requerimentos nutricionais e à capacidade de estabelecimento no campo. Gonçalves et al. (1992a), estudando espécies arbóreas nativas dos diversos grupos sucessionais, observaram que a absorção líquida de nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio foi maior pelas pioneiras, seguidas pelas secundárias e clímax; as taxas de absorção destes nutrientes, para as espécies estudadas, foram consideravelmente acentuadas sob condições de campo, relativamente àquelas observadas em viveiro, sendo que as pioneiras mostraram-se as mais eficientes na utilização dos nutrientes.

As espécies dos estágios sucessionais iniciais parecem possuir uma maior capacidade de absorção de nutrientes, relativamente àquelas dos estágios sucessionais subsequentes. De acordo com Brown (1990) as plantas pioneiras têm maior eficiência nutricional para fósforo do que as clímax, enquanto para nitrogênio e cálcio as diversas espécies teriam eficiência nutricional semelhantes.

Os ecólogos têm dedicado especial atenção ao entendimento do papel da competição em determinar a estrutura da vegetação em uma comunidade de plantas. Naturalmente, competição por água e nutrientes na floresta envolve uma série de interações complexas. Essas interações bem demonstradas na prática não são adequadamente sustentadas por explicações de processos específicos e complicam as interpretações dos efeitos do manejo de plantas invasoras (Nambiar e Sands, 1993).

A causa mais comum de mortalidade e supressão no plantio de espécies florestais é, de acordo com Zobel, Van Wyk e Stahl (1987), a competição com plantas invasoras, particularmente gramíneas. Aumentos na taxa de sobrevivência de até 90% têm sido observados quando se faz o devido controle dessas plantas (Lowery et al., 1993). Para Nambiar e Sands (1993) o uso de fertilizantes sem o controle de espécies invasoras pode ser uma oportunidade perdida.

A absorção de nutrientes depende da demanda da planta e da habilidade do solo em suprir esta demanda. O balanço entre esses dois fatores determinará a concentração na solução da interface raiz-solo. Ânions pouco móveis como fósforo criam uma grande zona de depleção, enquanto os mais móveis como o nitrato apresentam uma pequena zona de depleção. Os cátions, de modo geral, apresentam zona de depleção intermediária. A competição por nutrientes ocorrerá justamente na zona de depleção, sendo mais provável para os íons mais móveis, sob baixa densidade de raiz, e menos provável para os pouco móveis (Nambiar e Sands, 1993).

As espécies arbóreas apresentam diferentes capacidades em competir com as plantas invasoras. Estas capacidades dependem fundamentalmente do tamanho e da geometria do sistema radicular dessas espécies (Gonçalves et al., 1992b), que conferem às mesmas maior ou menor potencial para serem utilizadas em programas de reflorestamento e recuperação de áreas degradadas.

Estudando a capacidade de estabelecimento e desenvolvimento no campo de várias espécies arbóreas dos diferentes grupos ecológicos, Barbosa et al. (1992) verificaram que *Platycianus regnellii* (espécie clímax) apresentou o maior índice de mortalidade no campo; que todas as espécies se comportaram de acordo com as características de seus estágios sucessionais, com exceção de *Croton urucurana* (espécie pioneira),

cuja percentagem de mortalidade foi elevada em relação às demais espécies pioneiras estudadas.

2.3 Resposta à adubação

A resposta aos fertilizantes aplicados no plantio de espécies florestais é normalmente expressa em termos de aumento de peso de matéria seca da parte aérea e da raiz, diâmetro do caule e da copa e concentração de nutrientes no tecido vegetal. Respostas em crescimento decorrentes do uso de fertilizantes são obtidas em áreas deficientes em um ou mais nutrientes, entretanto respostas menos significativas podem ocorrer na composição química, relação de volume ou peso de componentes da parte aérea, resistência a doenças e pragas, ou em certas propriedades da madeira, com ou sem mudanças no padrão de crescimento das espécies (Pritchett e Fisher, 1987).

O conhecimento das reações e do destino dos fertilizantes aplicados aos solos florestais é ainda incipiente, por isso muitas das informações produzidas pela pesquisa agrônoma têm sido usadas para cobrir este vazio (Pritchett e Fisher, 1987). No entanto, a tecnologia dos fertilizantes agrônomicos pode resultar menos eficiente quando aplicada ao manejo de espécies florestais arbóreas, devido principalmente às características ecológicas dessas espécies.

O mais importante efeito da fertilização resulta em um incremento na taxa de crescimento das árvores decorrente de uma melhoria temporária da qualidade do sítio (que pode ser de curta duração no caso da adubação nitrogenada ou de longa duração no caso da adubação fosfatada), da eficiência fotossintética, do tamanho do aparato fotossintético ou ambos (Dighton, Jones e Poskitt, 1993 e Pritchett e Fisher, 1987). A forma de resposta depende fundamentalmente das condições climáticas, manejo, espécie vegetal e solo. Dentro do solo, o essencial são as doses

do nutriente em estudo, o espaço experimental, e como este está sendo amostrado (Alvarez, 1991).

O período de resposta aos adubos aplicados varia similarmente em função das condições supra citadas. Para o nitrogênio o período de máxima resposta varia de 1 a 3 anos, enquanto para o fósforo pode permanecer por períodos superiores a oito anos (Jokela, Allen e Mcfee, 1991).

As árvores são geralmente menos eficientes na utilização do nitrogênio adicionado, do que outros nutrientes como fósforo e potássio que permanecem na ciclagem do sistema por mais tempo (Shoulders e Tiarks, 1980). O nitrogênio não absorvido pelas árvores pode ser imobilizado nos tecidos microbianos e de vegetais inferiores ou perdido do sistema por lixiviação ou volatilização.

Estímulos ao crescimento de espécies tropicais arbóreas resultantes da aplicação de nutrientes minerais são relatados por diversos autores (Renó, 1994; Dias e Faria, 1992; Neilsen et al., 1992; Dias, Alvarez e Brienza Junior, 1991 e Mohan, Prasad e Gupta, 1990).

De maneira geral as menores respostas ao uso de macronutrientes no cultivo de espécies florestais são relatadas para o potássio (Jokela, Allen e Mcfee, 1991; Herbert e Schonau 1990 e 1989; Franco, 1984 e Sanchez, 1981). Alguns autores relatam efeito depressivo resultante da alta disponibilidade de potássio para algumas espécies vegetais (Renó, 1994 e Batista e Couto, 1992).

Dias, Alvarez e Brienza Junior (1990) e Arkcoll (1984) não obtiveram resposta para os parâmetros de crescimento decorrente da aplicação de potássio. Enquanto Renó (1994) não encontrou redução nos parâmetros de crescimento de algumas espécies arbóreas quando da omissão deste nutriente. Raij (1991) e Arkcoll, Goulding e Hughes (1985) atribuem este comportamento,

embora não exclusivamente, à absorção de formas de potássio não trocável retidos em minerais 2:1 ou micáceos presente no solo.

Embora exigido em quantidade menor do que nitrogênio e potássio, o fósforo é o nutriente que mais limita a produtividade das culturas na maioria dos solos não anteriormente adubados (Raij, 1991). A disponibilidade de fósforo para as espécies florestais é afetada pela acidez do solo, pela disponibilidade de cálcio e pela atividade de microrganismos (Pritchett e Fisher, 1987). Plantas com sistema radicular pouco desenvolvido, geralmente apresentam maior requerimento externo por fósforo (Fox, 1981), por isso, espera-se que este nutriente seja mais limitante ao crescimento inicial das espécies clímax.

Não obstante a importância do fósforo no crescimento inicial e no estabelecimento das espécies florestais e sua baixa disponibilidade na maioria dos solos tropicais, poucos estudos foram encontrados na literatura consultada acerca da influência da adubação fosfatada no crescimento de espécies arbóreas. Sun, Simpson e Sands (1992), avaliando o crescimento de dois genótipos de *Acacia mangium* em resposta à adubação fosfatada, observaram que o crescimento foi estimulado com a aplicação de 10 µg P/g de solo; com 30 µg P/g de solo houve redução no crescimento de um dos genótipos estudados; 80 µg P/g de solo provocaram o aparecimento de sinais típicos de toxidez de fósforo. Jasper, Abbott e Robson (1989), trabalhando com *Acacia concurrens*, encontraram respostas positivas à adição de 3,8 µg P/g de solo, em solo com baixo poder de adsorção de fósforo, doses maiores resultaram na redução do crescimento da espécie. Maestri et al. (1987) estudando *Acacia mearnsii* observaram que o uso de doses superiores a 21 µg P/g de solo causou redução no crescimento desta espécie.

Espécies leguminosas arbóreas estudadas por Faria (1994), responderam positivamente a doses moderadas de fósforo. Renó (1994) observou que *Senna canafístula*, *Cedrella fissilis*,

Caesalpineia ferrea e *Platycianus regnellii* apresentaram baixo requerimento por fósforo, com resposta positiva à adição de pequenas doses deste nutriente. Esses autores também verificaram que doses elevadas de fósforo foram restritivas ao crescimento inicial das espécies estudadas. Vale ressaltar no entanto, que os estudos acima mencionados inerentes ao emprego de doses de fósforo foram realizados a nível de casa de vegetação. Reduções de crescimento decorrentes do uso de adubação fosfatada a campo são pouco prováveis.

Mead e Pritchett (1971) encontraram, em estudo de espécies florestais arbóreas, baixo grau de correlação para determinados parâmetros de crescimento, entre experimentos conduzidos em ambiente controlado e a campo, independente do tipo de solo. Contudo, a grande maioria dos estudos acerca dos requerimentos nutricionais e da resposta à adubação tem sido conduzida em ambientes controlados (Faria, 1994; Renó, 1994; Mohan, 1992 e Saginga, Gwaze e Swift, 1991). Considerando a importância do cultivo dessas espécies, especialmente em programas de revegetação de matas ciliares e recuperação de áreas degradadas e a carência de conhecimentos acerca do cultivo das mesmas, é que novos estudos, particularmente a nível de campo, devem ser incentivados.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área de estudo

O estudo foi conduzido em área localizada à margem direita do reservatório de Camargos em Itutinga (MG), a uma altura aproximada de 900 m, a 21°21'05'' de latitude sul e 44°36'05'' a oeste de Greenwich. A temperatura média anual da região é de 19°, com média máxima de 28° e média mínima de 10° centígrados. O clima da região segundo a classificação de Köppen é do tipo Cwb com regime mesotérmico de temperatura e verões brandos e invernos secos.

O solo da região é um Latossolo Vermelho-Escuro textura argilosa, relevo plano, fase cerrado, sob cobertura vegetal de capim gordura (*Melinis minutiflora* Beauv.), que de acordo com as análises química e física apresentou as seguintes características: pH em água (1:2,5) = 5,2; Al^{3+} = 6,0 mmol⁺/Kg de solo; Ca^{2+} = 2,0 mmol⁺/Kg de solo; Mg^{2+} = 1,0 mmol⁺/Kg de solo extraídos por KCl 1N; $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ = 63 mmol⁺/Kg de solo extraído pelo SMP; P = 2,0 mg/Kg de solo; K^+ = 34,0 mg/Kg de solo extraídos pelo Mehlich 1; matéria orgânica = 23 g/Kg de solo determinada pelo método da oxidação com dicromato de sódio e ácido sulfúrico; areia fina = 60 g/Kg; areia grossa = 380 g/Kg; silte = 200 g/Kg; e argila = 360 g/Kg.

O local do estudo está distante cerca de 50 m da margem da represa de Camargos/Itutinga com declividade média de 3%. O preparo da área constou de gradagem pesada, sulcamento e

posterior abertura das covas de plantio nas seguintes dimensões 30 x 30 x 30 cm.

3.2 Caracterização das espécies estudadas

As espécies estudadas, cuja caracterização ecológica e taxonômica apresenta-se no Quadro 1, são nativas da flora brasileira e apresentam elevado potencial de uso em reflorestamentos e recuperação de áreas degradadas.

As mudas foram produzidas no viveiro da Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG), usando-se como substrato uma mistura de 70% de terra de subsolo e 30% de palha de arroz carbonizada. A cada metro cúbico da mistura foram adicionados 4 Kg de superfosfato simples. As mudas foram levados a campo com, em média, cinco meses de idade.

Quadro 1. Características ecológicas das espécies estudadas

Espécie	Família	G.ecológico
<i>Senna macranthera</i> (fedegoso)	Caesalpinoideae	pioneira
<i>Senna multijuga</i> (cássia verrugosa)	Caesalpinoideae	pioneira
<i>Schinus terebinthifolius</i> (aroeirinha)	Anacardiaceaea	pioneira
<i>Peltophorum dubium</i> (angico amarelo)	Caesalpinoideae	secundária
<i>Tabebuia chysotrich</i> (ipê tabaco)	Bignoniaceae	secundária
<i>Machaerium villosum</i> (jacaranda mineiro)	Faboideae	clímax
<i>Platycianus regnellii</i> (pau pereira)	Faboideae	clímax

Adaptado de Lorenzi (1992)

3.3 Experimentos

O presente estudo constou de dois experimentos designados doravante experimento 1 e experimento 2, descritos a seguir:

No primeiro experimento avaliou-se os efeitos da adubação com NPK e omissão de N, P e K sobre o crescimento

inicial das espécies. O experimento constou dos seguintes tratamentos: testemunha (T) - sem adubação; completo (C) - 20 g de N, 40 g de P_2O_5 e 30 g de K_2O aplicados na cova do plantio; completo menos nitrogênio (-N); completo menos fósforo (-P); e completo menos potássio (-K). Utilizou-se o sulfato de amônio (SA), o superfosfato simples (SS) e o cloreto de potássio (KCl) como fontes de N, P e K, respectivamente. O uso de sulfato de amônio como fonte de N e de superfosfato simples como fonte de P visou assegurar às mudas um bom suprimento de enxofre.

O segundo experimento constou de cinco doses de adubação fosfatada e compreendeu os seguintes tratamentos: omissão de fósforo; 50 g de SS/cova; 100 g de SS/cova; 200 g de SS/cova; e 400 g de SS/cova. As mudas receberam uma adubação básica na cova de plantio correspondente a 20 g de nitrogênio da forma de sulfato de amônio e 30 g de K_2O na forma de cloreto de potássio.

Em ambos os experimentos os tratamentos foram dispostos em delineamento experimental de blocos casualizados com três repetições e dez plantas por parcela para cássia verrugosa e fedegoso e quatro plantas para as demais espécies.

O número diferente de plantas por parcela decorreu do sistema de plantio empregado: quincôncio. As mudas foram dispostas em forma de quadrado, com cada vértice sendo ocupado por uma planta e uma quinta planta ocupando o centro do quadrado. Neste caso, os vértices foram ocupados paritariamente por mudas de cássia verrugosa e fedegoso resultando em um número maior de plantas por parcela destas espécies, enquanto as demais espécies ocuparam alternadamente a posição central (Figura 1A). Buscou-se dessa forma criar um ambiente favorável ao desenvolvimento das demais espécies, particularmente as clímax, em função do sombreamento provocado por cássia verrugosa e fedegoso, espécies de mais rápido crescimento. O espaçamento foi de 3,0 m entre mudas e 1,5 m entre linhas de plantas. As mudas foram plantadas

no verão (início do mês de janeiro de 1993). Procedeu-se periodicamente a remoção das plantas invasoras do entorno das mudas.

As avaliações foram realizadas em duas épocas, aos oito e dezesseis meses após o plantio. Os parâmetros avaliados foram altura, diâmetro da copa e diâmetro da base. Os dados do primeiro experimento referentes aos parâmetros de crescimento foram submetidos à análise de variância e testes de média (Quadros 1A e 2A) utilizando-se o programa estatístico SANEST (Sarriés, Oliveira e Alves, 1992). Enquanto os dados do segundo experimento referentes aos parâmetros de crescimento foram submetidos à análise de variância (Quadros 3A e 4A) e de regressão (Quadro 5A) utilizando-se os programas estatísticos SANEST e SAEG (Universidade Federal de Viçosa).

A dose de SS necessária para o crescimento máximo foi estimada ao igualar-se a zero a primeira derivada parcial da equação de cada um dos parâmetros avaliados. Quando o modelo de resposta selecionado foi quadrático ou raiz quadrático estimou-se a dose de SS necessária para atingir 90% do crescimento máximo, denominando-se dose crítica.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento 1: Resposta à adubação NPK

A resposta aos tratamentos de adubação em crescimento inicial das espécies aos oito e dezesseis meses após o plantio encontram-se nos Quadros 2 e 3 e nas Figuras de 1 a 3.

A aplicação de NPK na cova de plantio estimulou o crescimento inicial de todas as espécies estudadas tanto aos oito quanto aos dezesseis meses. Os efeitos decorrentes da adubação NPK variaram de 73 a 325% e de 61 a 260% sobre a testemunha aos oito e dezesseis meses, respectivamente.

Aos oito meses após o plantio a máxima resposta em altura decorrente da adubação NPK foi observada para o ipê tabaco (Figura 1e), enquanto a aroeirinha apresentou os maiores incrementos em diâmetro da copa e diâmetro da base (Figuras 1a e 3a). A menor resposta em diâmetro da copa e diâmetro da base foi apresentada pelo jacarandá mineiro (Figuras 2f e 3f). Pau pereira apresentou o menor incremento em altura (Figuras 1g).

A resposta em crescimento foi máxima para a aroeirinha para quaisquer dos parâmetros avaliados aos dezesseis meses (Figuras 1a, 2a e 3a). Jacarandá mineiro apresentou os menores incrementos para altura e diâmetro da copa (Figuras 1f e 2f) e pau pereira a menor resposta para diâmetro da base (Figura 3g).

Oito meses após o plantio a altura foi o parâmetro mais influenciado pela adição de nutrientes para fedegoso, angico amarelo, ipê tabaco e jacarandá mineiro, para as demais espécies

a máxima resposta à adubação foi observada para o diâmetro da copa (Quadro 2). Aos dezesseis meses, à exceção do ipê tabaco e jacarandá mineiro, as demais espécies apresentaram resposta máxima para o diâmetro da copa, enquanto a altura foi o parâmetro menos influenciado pela adubação (Quadro 3). O diâmetro da copa é um importante parâmetro a ser considerado nos trabalhos de revegetação de matas ciliares por promover a cobertura e minorar as perdas de solo.

Independente da espécie, parâmetro ou época considerados, a resposta à adubação foi estatisticamente superior ao tratamento sem adição de nutrientes (Quadros 2 e 3). Este comportamento pode ser explicado pela baixa disponibilidade de nutrientes no solo, e pode também ser atribuído a uma elevada exigência nutricional dessas espécies na fase inicial de crescimento. Respostas positivas à adição de nutrientes no crescimento inicial de espécies arbóreas são relatadas por diversos autores (Renó, 1994; Mohan, 1992; Neilsen et al., 1992; Mohan, Prasad e Gupta, 1990; Herbert e Schonau, 1990 e 1989)..

De maneira geral, os incrementos decorrentes da adubação NPK foram maiores aos oito meses, quando comparados àqueles obtidos aos dezesseis meses. Esta tendência de redução na resposta pode ser atribuída primeiro a uma menor disponibilidade de nutrientes aos dezesseis meses, seja por que parte dos nutrientes adicionados foi absorvida, imobilizada por microrganismos ou perdida do sistema, ou ainda porque aos dezesseis meses a competição com plantas invasoras, especialmente capim gordura (*Melinis minutiflora*) foi maior, ademais os nutrientes adicionados apresentam período de máxima resposta nos primeiros meses após sua aplicação (Jokela, Allen e Mcfee, 1991); segundo ao padrão de crescimento das espécies, espécies pioneiras e secundárias apresentam como estratégia de estabelecimento um grande crescimento inicial (Piñ-Rodrigues, Costa e Reis, 1990 e Clark e Clark, 1987), com posterior reduções nas taxas de

Quadro 2. Resposta em altura e diâmetro da copa e da base das espécies estudadas aos oito meses após o plantio em função da adubação com NPK e da omissão de N, P e K.

Variáveis (cm)	Tratamentos					C.V. (%)
	Testemunha	Completo	menos N	menos P	Menos K	
Fedegoso						
altura	62,67 c(64)*	174,50 a	73,00 c (58)	129,37 b (26)	152,90 a (12)	26,08
diâmetro da copa	36,67 d (56)	83,17 a	34,17 d (59)	50,33 c (39)	66,50 b (20)	26,48
diâmetro da base	1,30 cd (57)	3,05 a	1,02 d(66)	1,49 c (51)	2,71 b (11)	18,54
Cássia verrugosa						
altura	72,83 c(42)	126,17 a	66,17 c (48)	102,83 b (18)	114,83 a (9)	21,49
diâmetro da copa	47,33 d(65)	134,10 a	47,50 d (64)	72,17 c (46)	106,5 b (20)	29,34
diâmetro da base	1,51 b (54)	3,31 a	1,48 b (55)	1,70 b (49)	3,01 a (9)	22,88
Aroeirinha						
altura	48,58 c (56)	109,75 a *	60,42 bc (45)	72,08 b (34)	103,58 a (5)	23,37
diâmetro da copa	25,92 c (76)	110,17 a	38,17 c (65)	60,17 b (45)	71,08 b (35)	22,88
diâmetro da base	1,11 d (61)	2,88a	1,27 c (56)	1,18 c (59)	2,22 b (23)	18,34
Angico amarelo						
altura	34,58 d (65)	98,00 a	36,67 d (62)	56,00 c (43)	72,92 b (26)	18,16
diâmetro da copa	25,83 b (61)	65,83 a	27,25 b (59)	57,08 a (13)	65,00 a (1)	29,30
diâmetro da base	1,36 b (50)	2,72 a	1,39 b (49)	1,57 b (42)	2,32 a (15)	21,9
Ipê tabaco						
altura	33,33 d (72)	119,17 a	31,00 d (74)	72,98 c (39)	99,00 b (17)	19,74
diâmetro da copa	25,17 b (45)	45,67 a	23,33 b (49)	27,08 b (41)	32,83 ab (28)	36,82
diâmetro da base	0,89 (60)	2,23 a	0,81 b (64)	0,88 b(60)	1,98 a (11)	22,08
Jacarandá mineiro						
altura	28,33 c (56)	64,50 a	31,17 c (52)	35,83 bc (44)	42,58 b (34)	27,39
diâmetro da copa	22,67 bc(44)	40,42 a	21,25 c (47)	31,75 ab (21)	32,42 a (20)	27,94
diâmetro da base	0,88 bc (38)	1,42 a	0,72 c (49)	0,56 c (61)	1,20 ab (15)	34,91
Pau pereira						
altura	34,00 c (43)	60,15 a	34,08 bc (43)	40,15 bc (33)	47,00 b (22)	27,36
diâmetro da copa	21,25 b (53)	45,17 a	22,00 b (51)	22,75 b (50)	30,83 b (32)	25,31
diâmetro da base	0,72 c (44)	1,29 a	0,82 bc (36)	0,50 d (61)	0,95 b (26)	20,46

Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade

* Valores entre parênteses representam a redução percentual do tratamento em relação à adubação completa,

Quadro 3. Resposta em altura e diâmetro da copa das espécies estudadas aos dezesseis meses após o plantio em função da adubação NPK e da omissão de N, P e K.

Variáveis (cm)	Tratamentos					CV (%)
	Testemunha	Completo	menos N	menos P	menos K	
Fedegoso						
altura	124 c (51)*	255,67 a	113,07 c (56)	195,20 b (24)	234,73 a (8)	19,47
diâmetro da copa	51,50 c (58)	122,50 a	52,37 c (57)	98,83 b (19)	116,57 a (5)	22,30
diâmetro da base	1,72 c (54)	3,71 a	1,56 c (58)	3,15 b (15)	3,59 a (3)	18,54
Cássia verrugosa						
altura	87,33 c (41)	149,00 a	88,73 c (40)	117,00 b (21)	148,00 a (1)	16,84
diâmetro da copa	71,93 c (53)	155,27 a	87,37 c (44)	113,00 b (27)	152,00 a (2)	20,95
diâmetro da base	1,74 d (53)	3,72 a	2,27 c (39)	2,82 b (24)	3,61 a (3)	22,88
Aroeirinha						
altura	70,58 c (56)	158,67 a	100,83 bc (36)	106,92 bc (33)	118,33 b (25)	29,95
diâmetro da copa	39,92 c (72)	143,58 a)	68,75 bc (52)	62,33 c (56)	97,75 b (32)	33,89
diâmetro da base	1,11 d (69)	3,58 a	1,63 cd (54)	2,05 c (43)	2,87 b (20)	25,29
Angico amarelo						
altura	58,33 c (51)	119,17 a	74,58 bc (37)	90,83 b (24)	82,08 bc (31)	26,30
diâmetro da copa	37,33 c (56)	83,75 a	38,00 c (55)	57,33 bc (32)	69,33 ab (17)	33,39
diâmetro da base	1,37 b (54)	2,98 a	1,55 b (48)	2,77 a (7)	2,65 a (11)	22,67
Ipê tabaco						
altura	72,08 c (51)	146,50 a	110,00 b (25)	130,00 ab (11)	137,33 ab (6)	24,87
diâmetro da copa	43,75 d (56)	100,00 a	50,83 cd (49)	59,17 c (41)	75,00 b (25)	17,61
diâmetro da base	1,11 c (62)	1,93 a	1,30 c (56)	2,21 b (25)	2,59 ab (12)	17,92
Jacarandá mineiro						
altura	62,08 b (39)	101,25 a	76,92 b (24)	60,00 b (41)	75,42 b (26)	25,14
diâmetro da copa	36,25 b (42)	62,75 a	42,08 b (33)	37,92 b (40)	46,58 b (26)	26,52
diâmetro da base	0,95 b (50)	1,90 a	1,20 b (37)	1,24 b (35)	1,35 b (29)	27,82
Pau pereira						
altura	45,00 b (41)	76,67 a	59,67 ab (22)	47,08 b (39)	56,50 b (26)	26,70
diâmetro da copa	23,83 c (57)	54,92 a	23,00 c (58)	25,00 c (54)	35,00 b (36)	37,45
diâmetro da base	1,00 b (43)	1,75 a	1,18 b (33)	1,12 b (36)	1,09 b (38)	24,45

Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

* Valores entre parênteses representam a redução percentual do tratamento em relação à adubação NPK,

crescimento, especialmente quando as plantas iniciam a fase reprodutiva, independentemente da disponibilidade de nutrientes. Este tipo de comportamento resultaria, naturalmente, em menores incrementos no crescimento com o decorrer do tempo.

As espécies pioneiras e secundárias, especialmente a aroeirinha, mostraram-se as mais responsivas à adubação NPK, enquanto jacarandá mineiro e pau pereira, espécies clímax, foram as menos responsivas. No entanto, no presente estudo o menor incremento no crescimento das espécies decorrente da adubação NPK foi superior a 60%. Evidenciando a importância do emprego de nutrientes no crescimento inicial de espécies florestais arbóreas. Maior responsividade de espécies pioneiras comparativamente à clímax também foi observada por Barbosa et al. (1992) e Kageyama et al. (1992).

A redução percentual no crescimento inicial das espécies, decorrente da omissão do nitrogênio na adubação, variou de 36 a 74% e de 22 a 58%, respectivamente aos oito e dezesseis meses (Quadros 2 e 3).

Os menores prejuízos decorrentes da omissão de nitrogênio foram observados para a aroeirinha, aos oito e dezesseis meses. Enquanto ipê tabaco e fedegoso sofreram as maiores restrições no crescimento, respectivamente aos oito e dezesseis meses. Não foi verificada diferença estatística entre o tratamento com omissão de nitrogênio e a testemunha evidenciando um grande requerimento dessas espécies por este nutriente. Portanto, o uso exclusivo de adubação fosfatada e potássica foi pouco eficaz em estimular o crescimento inicial das espécies.

A restrição no crescimento das espécies devido à omissão de nitrogênio pode ser atribuída a uma elevada exigência nutricional das espécies, associada a uma baixa disponibilidade deste nutriente no solo do estudo, além do efeito da competição com outras espécies, particularmente *Melinis minutiflora*, visto que de acordo com Zobel, Van Wyk e Stahl (1987) a competição,

especialmente com gramíneas, representa a causa mais comum de supressão no crescimento inicial das espécies arbóreas.

Reduções no crescimento inicial de espécies arbóreas decorrentes da omissão de nitrogênio na adubação são relatadas por diversos autores. Renó (1994) observou redução no crescimento de *Senna multijuga*, *Cedrela fissilis*, *Caesalpineia ferrea* e *Piptadenia gonoacantha* resultante da omissão de nitrogênio na adubação. Esse autor atribuiu tal efeito ao baixo teor de matéria orgânica no solo e aos elevados requerimentos nutricionais dessas espécies. Dias e Faria (1992) utilizando-se da técnica do elemento faltante, no estudo de *Acacia mangium*, observaram comportamento semelhante quando da omissão de nitrogênio, enquanto Simão e Couto (1973) empregando a mesma técnica de estudo, observaram que nos tratamentos com omissão de nitrogênio e fósforo o crescimento de *Araucaria augustifolia* atingiu níveis comparáveis aos obtidos no tratamento sem adubação. Por outro lado, aumentos significativos na produção de matéria seca de espécies arbóreas decorrentes da adição de nitrogênio são relatados por diversos autores (Renó, 1994; Neilsen et al., 1992; Mohan, Prasad e Gupta, 1990; Herbert e Schonau, 1990 e 1989).

As restrições no crescimento em função da omissão de nitrogênio, de maneira geral, foram maiores aos oito do que aos dezesseis meses após o plantio, indicando maior requerimento externo na fase inicial de crescimento.

A omissão do fósforo na adubação, embora em menor magnitude que o nitrogênio, foi similarmente restritiva ao crescimento inicial das espécies, aos oito e dezesseis meses após o plantio, como pode ser observado nos Quadros 2 e 3 e Figuras 1 a 3. A redução percentual no crescimento inicial das espécies decorrente da omissão do fósforo variou de 13 a 61% e de 7 a 56%, respectivamente aos oito e dezesseis meses após o plantio.

Distintamente do que foi observado, quando da omissão de nitrogênio, as espécies apresentaram comportamento

diferenciado quando se omitiu a fonte de fósforo. As menores restrições no crescimento, aos oito meses, foram observadas para o angico amarelo, fedegoso, aroeirinha, cássia verrugosa e ipê tabaco. Jacarandá mineiro e pau pereira sofreram as maiores limitações no crescimento.

Na omissão de fósforo a resposta em altura, diâmetro de copa e diâmetro da base foi máxima para fedegoso, aroeirinha e fedegoso e angico amarelo, respectivamente. O parâmetro mais afetado pela omissão de fósforo foi o diâmetro da base, independentemente da espécie.

Dezesseis meses após o plantio a omissão de fósforo foi mais limitante ao crescimento em altura e diâmetro da copa do jacarandá mineiro e pau pereira, com reduções percentuais, em relação ao tratamento completo de até 54% (Quadro 3), porém menos limitante ao diâmetro da base. Para todas as espécies o diâmetro da base foi menos influenciado aos dezesseis, comparativamente aos oito meses após o plantio. A resposta em altura, diâmetro da copa e diâmetro da base, com omissão do fósforo, foi máxima para ipê tabaco, fedegoso e angico amarelo, respectivamente.

A redução percentual no crescimento inicial das espécies em função da omissão do potássio variou de 1 a 35% e de 1 a 38%, respectivamente aos oito e dezesseis meses (Quadros 2 e 3 e Figuras 1 a 3).

As espécies para as quais a omissão de potássio resultou em maior limitação no crescimento foram jacarandá mineiro e pau pereira, tanto aos oito quanto aos dezesseis meses após o plantio.

Aos oito meses a resposta em altura e diâmetro da base, com omissão de potássio, foi máxima para o ipê tabaco. A aroeirinha apresentou a máxima resposta em diâmetro da copa. Pau pereira apresentou as menores resposta em altura e diâmetro da base e ipê tabaco em diâmetro da copa (Quadro 2) . Aos dezesseis meses a resposta em diâmetro da copa e da base foi máxima para a

aroeirinha, enquanto a máxima resposta em altura foi observada para o ipê tabaco. Pau pereira apresentou a menor resposta em altura e diâmetro da base e jacarandá mineiro em diâmetro da copa (Quadro 3).

À exceção da cássia verrugosa, na omissão do potássio, as demais espécies apresentaram máxima resposta em altura aos oito meses comparativamente aos dezesseis. Por outro lado, exceto para o pau pereira, os maiores incrementos em diâmetro da base no tratamento sem adição de potássio foram observados aos dezesseis meses. Aroeirinha, cássia verrugosa, angico amarelo e jacarandá mineiro apresentaram máxima resposta em diâmetro de copa aos oito meses comparativamente aos dezesseis.

Oito meses após o plantio foi observada diferença estatística entre os tratamentos com omissão de potássio e testemunha para os diversos parâmetros e espécies, exceto para o diâmetro da copa do pau pereira e ipê tabaco (Quadro 2). Aos dezesseis meses, à exceção do jacarandá mineiro e pau pereira, as demais espécies, de maneira geral, apresentaram resposta estatisticamente superior ao tratamento sem adubação (Quadro 3).

Para cássia verrugosa e fedegoso a omissão de potássio foi mais limitante ao crescimento aos oito meses. Aos dezesseis meses não foi verificada diferença estatística entre o tratamento completo e com omissão de potássio para estas espécies. Para o angico amarelo a omissão de potássio resultou em redução significativa no crescimento em altura em relação ao tratamento completo aos oito e dezesseis meses. Para a aroeirinha, exceto a altura aos oito meses, os demais parâmetros apresentaram resposta significativamente inferior na omissão de potássio em relação ao tratamento completo. Enquanto para o ipê tabaco foi observada diferença estatística entre o tratamento com omissão de potássio e completo para o diâmetro da copa e da base aos oito meses e para a altura e diâmetro da base aos dezesseis meses. Para o jacarandá mineiro, à exceção do diâmetro da copa e da base aos

oito meses, os demais parâmetros apresentaram redução significativa no tratamento com omissão de potássio, enquanto para o pau pereira a omissão de potássio resultou em redução significativa de todos os parâmetros oito e dezesseis meses após o plantio, comparativamente ao tratamento completo.

Contudo, de maneira geral, a redução no crescimento decorrente da omissão de potássio foi menor do que a observada quando da omissão de nitrogênio e fósforo, particularmente para as espécies pioneiras e secundárias.

O menor efeito restritivo decorrente da omissão do potássio, especialmente nas espécies pioneiras e secundárias, pode ser atribuído a um baixo requerimento externo destas espécies ou a uma maior eficiência de uso do nutriente. De acordo com Pritchett e Fisher (1987) espécies florestais arbóreas são capazes de desenvolverem-se em locais com baixos níveis de potássio trocável mediante um eficiente sistema interno e externo de ciclagem deste nutriente. Ademais por possuírem um sistema radicular mais desenvolvido estas espécies são capazes de explorar um maior volume de solo e acessar o potássio presente em camadas mais profundas.

Jacarandá mineiro e pau pereira, espécies clímax, sofreram as maiores reduções no crescimento em função da omissão de potássio. De acordo com Gonçalves et al., 1992a e 1992b, espécies clímax possuem um sistema radicular menos desenvolvido e menor eficiência de uso dos nutrientes. Vale ressaltar que as espécies clímax são as últimas a repovoarem naturalmente um ambiente alterado, ou seja se restabelecem quando as condições do sítio são melhores. A esta altura do processo de sucessão o solo possui maior teor de matéria orgânica, melhor estrutura e maior disponibilidade de água e de nutrientes. Em suma, são espécies que se desenvolveram em ambiente de melhor qualidade do que aqueles em que normalmente se estabelecem e se desenvolvem espécies dos estágios sucessionais iniciais, assim sendo possuem

maior exigência em fertilidade do solo conforme verificou Oliveira-Filho et al., (1994) que estudando várias espécies da mata ciliar do rio Grande (Minas Gerais) classificou o jacarandá mineiro como uma espécie que prefere solos de fertilidade natural alta.

O efeito da omissão de potássio no crescimento inicial de espécies arbóreas tem sido estudado por diversos autores. Renó (1994), em estudo de casa de vegetação não observou redução significativa no crescimento inicial de *Senna multijuga*, *Cedrela fissillis*, *Caesalpinia ferrea* e *Platycianus regnellii* decorrente da omissão de potássio, sendo que para *Piptadenia gonoacantha* tal omissão resultou em maior crescimento. Da mesma forma Dias, Alvarez e Brienza Junior (1990) não encontraram resposta em crescimento para *Acacia mangium* ao fornecimento de potássio. Por outro lado, Batista e Couto (1992), em estudo a campo, verificaram que a alta disponibilidade de potássio influenciou negativamente variáveis biométricas de várias espécies nativas do cerrado brasileiro. Arkcoll (1984) também não encontrou resposta de espécies perenes como *Eucalyptus degluta* à adubação potássica em latossolos da região Amazônica. Em trabalho posterior Arkcoll, Goulding e Hughes (1985) atribuíram esta falta de resposta à adubação potássica ao fornecimento do nutriente que estaria retido em sítios seletivos de argilominerais 2:1 e às reservas de potássio presentes em material não intemperizado destes minerais e que não seriam detectados pelos métodos convencionais de análise de solo.

Em suma, o crescimento inicial de todas as espécies foi favorecido pela adição de NPK independentemente da época e parâmetros. O nitrogênio foi o principal nutriente a limitar o crescimento das espécies, seguido pelo fósforo e, em menor intensidade, pelo potássio. As espécies pioneiras e secundárias presentes neste estudo mostraram maior responsividade aos nutrientes adicionados quando comparadas às espécies clímax.

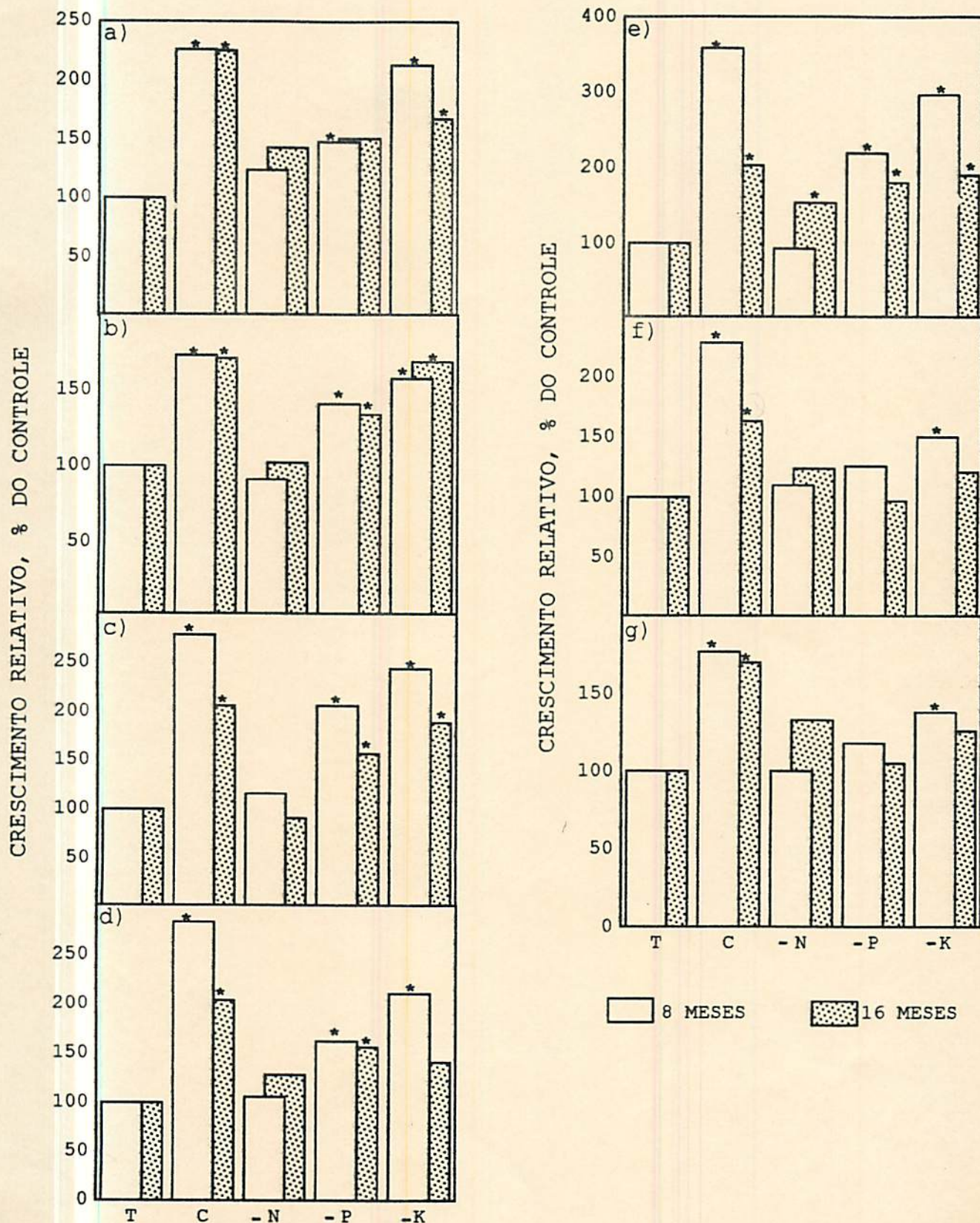


Fig. 1. Crescimento relativo da aroeirinha (a), cássia verrugosa (b), fedegoso (c), angico amarelo (d), ipê tabaco (e), jacarandá mineiro (f) e pau pereira (g), em função da adubação NPK e omissão de nutrientes avaliado pela altura. T (testemunha); C (adubação NPK), -N (omissão de N), -P (omissão de P) e -K (omissão de K).

* Difere da testemunha pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

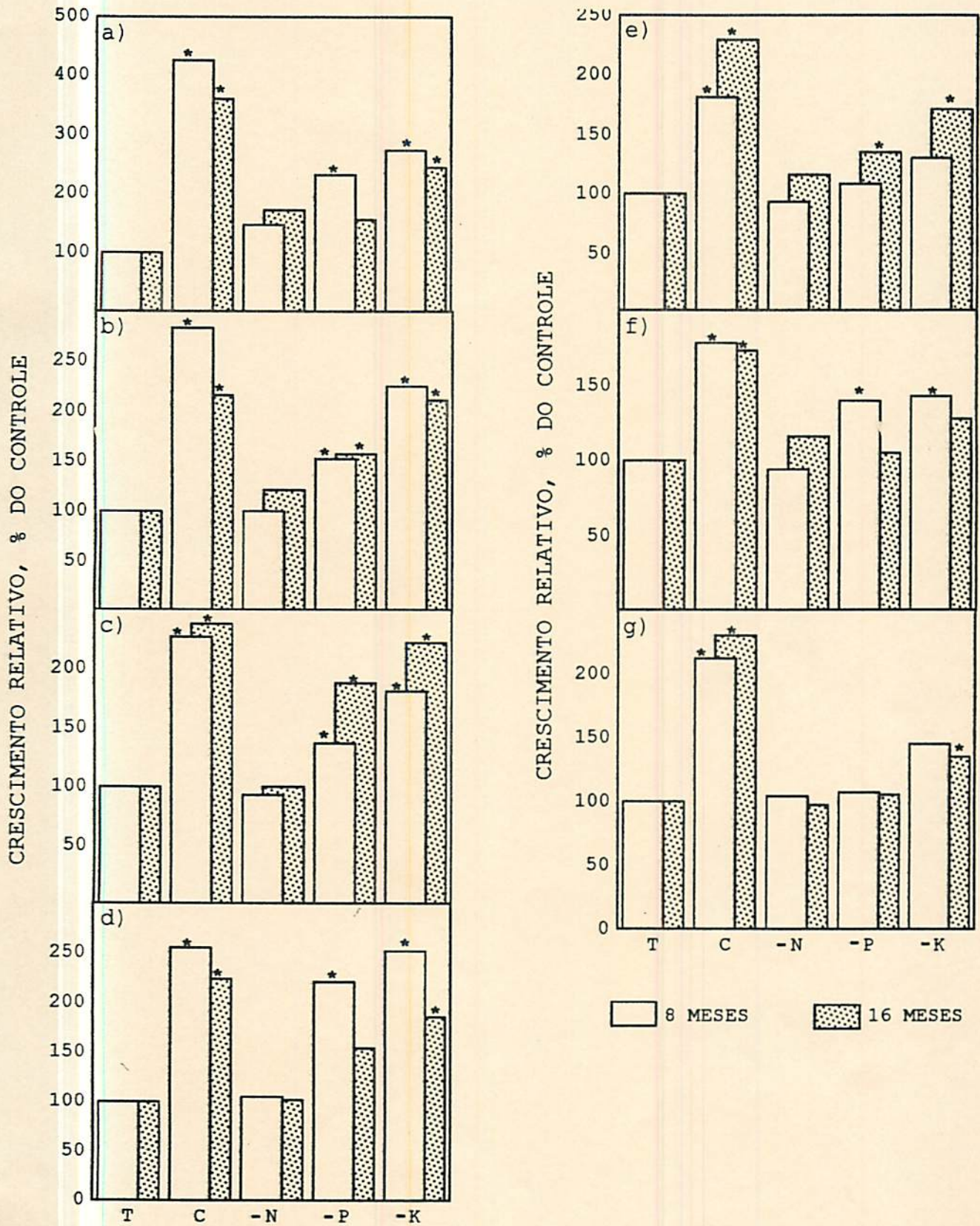


Fig. 2. Crescimento relativo da aroeirinha (a), cássia verrugosa (b), fedegoso (c), angico amarelo (d), ipê tabaco (e), jacarandá mineiro (f) e pau pereira (g), em função da adubação NPK e omissão de nutrientes, avaliado pelo diâmetro da copa. T (testemunha); C (adubação NPK), -N (omissão de N), -P (omissão de P) e -K (omissão de K).

* Difere da testemunha pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

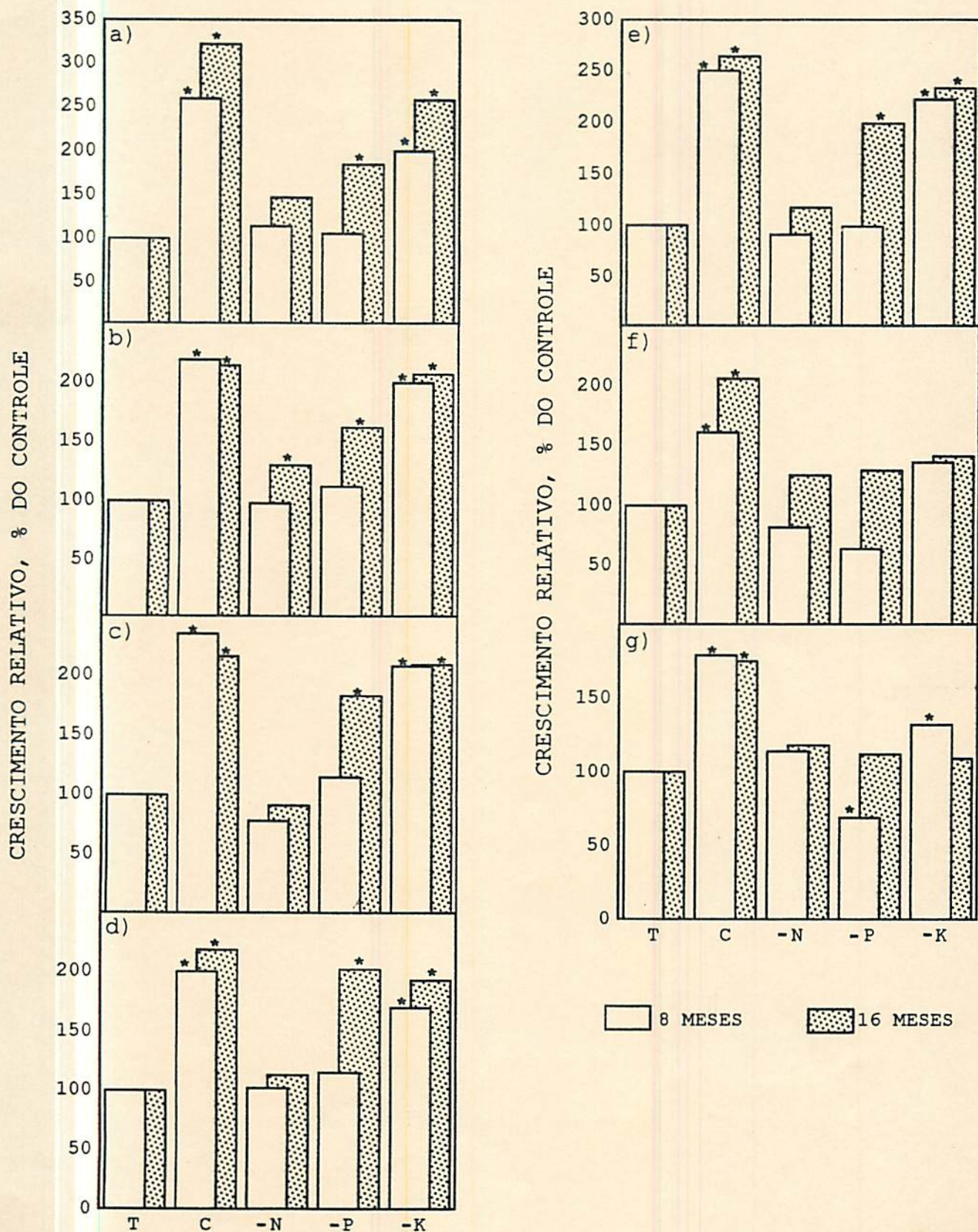


Fig. 3. Crescimento relativo da aroeirinha (a), cássia verrugosa (b), fedegoso (c), angico amarelo (d), ipê tabaco (e), jacarandá mineiro (f) e pau pereira (g), em função da adubação NPK e omissão de nutrientes, avaliado pelo diâmetro da base. T (testemunha); C (adubação NPK), -N (omissão de N), -P (omissão de P) e -K (omissão de K).

* Difere da testemunha pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Experimento 2: Resposta ao superfosfato simples.

As espécies estudadas responderam significativamente à adição de superfosfato simples, tanto aos oito (Quadro 4), quanto aos dezesseis meses (Quadro 5) e Figuras de 4 a 7.

Cássia verrugosa e fedegoso, espécies pioneiras, apresentaram grande incremento no crescimento quando se passou do tratamento sem fósforo para aquele com 50 g de SS/cova, ou seja, para estas espécies, tomando-se por referência o modelo de resposta dos vegetais à adição de nutrientes ao solo, proposto por Alvarez (1991), um pequeno incremento no teor de fósforo é suficiente para que este nutriente deixe de ser limitante e passe a não limitante. De outra forma, pode-se afirmar que bastam pequenos incrementos no teor de fósforo do solo para que se alcance a região de suficiência, proposta por Braga (1983), para cássia verrugosa e fedegoso.

A partir de 50 g de SS/cova novos incrementos na dose de adubação fosfatada não resultaram significativos no crescimento inicial de cássia verrugosa (Figuras 4a-c) e fedegoso (Figura 4d-f). Indicando que, uma vez atingido um determinado patamar de resposta, grandes incrementos na dose do adubo fosfatado aplicado não correspondem a novos incrementos no crescimento inicial destas espécies. Renó (1994) observou similarmente que a adição de pequenas doses de fósforo resultou em grande resposta no crescimento inicial de *Senna multijuga*, *Cedrela fissilis*, *Caesalpinia ferrea* e *Platycanus regnellii*. Enquanto Faria (1994) observou resposta positiva a doses moderadas de fósforo no crescimento inicial de *Acacia mangium*, *Albizia lebeck*, *Leucena leucocephala* e *Peltophorum dubium*.

Para a aroeirinha a resposta a adubação fosfatada foi similar entre as épocas consideradas, com incremento até a dose de 200 g SS/cova e efeito depressivo quando se utilizou a dose de 400 g SS/cova. O comportamento observado para esta espécie mostra variações daquele apresentado por cássia verrugosa e

Quadro 4. Resposta das sete espécies estudadas à doses de superfosfato simples aos oito meses após o plantio.

Variáveis (cm)	Doses de SS (g/cova)				
	0	50	100	200	400
Fedegoso					
altura	142,13	179,50	172,80	178,50	178,37
diâmetro da copa	50,33	62,07	68,67	83,93	77,90
diâmetro da base	1,63	2,80	2,89	2,96	3,26
Cássia verrugosa					
altura	100,70	120,77	123,23	126,27	109,67
diâmetro da copa	75,03	111,33	130,00	137,23	115,17
diâmetro da base	1,77	3,20	3,44	3,45	3,22
Aroeirinha					
altura	80,42	98,92	108,00	113,58	109,58
diâmetro da copa	58,00	70,83	87,25	110,17	89,58
diâmetro da base	1,09	2,47	2,31	2,83	2,59
Angico amarelo					
altura	56,67	81,83	84,58	96,25	88,83
diâmetro da copa	52,17	66,83	67,25	83,75	81,08
diâmetro da base	1,57	2,48	3,03	2,72	2,85
Ipê tabaco					
altura	73,83	103,17	107,17	124,83	113,92
diâmetro da copa	18,08	25,92	25,00	45,42	37,92
diâmetro da base	0,88	1,90	1,87	2,23	2,12
Jacarandá mineiro					
altura	38,42	43,17	50,00	62,00	44,58
diâmetro da copa	31,08	32,33	30,00	39,58	34,25
diâmetro da base	0,62	1,21	1,40	1,47	1,28
Pau pereira					
altura	21,92	48,08	54,58	53,87	61,16
diâmetro da copa	21,25	27,58	36,67	45,17	33,33
diâmetro da base	0,51	1,30	1,24	1,29	0,98

Quadro 5. Resposta das sete espécies estudadas à doses de superfosfato simples aos dezesseis meses após o plantio.

Variáveis (cm)	Doses de SS (g/cova)				
	0	50	100	200	400
Fedegoso					
altura	195,17	252,33	245,00	255,67	251,83
diâmetro da copa	98,83	123,17	119,17	122,50	128,63
diâmetro da base	3,15	4,00	4,07	3,71	4,59
Cássia verrugosa					
altura	117,00	137,70	140,00	149,00	136,17
diâmetro da copa	113,00	154,67	173,43	155,50	169,67
diâmetro da base	2,84	3,67	4,29	3,78	4,24
Aroeirinha					
altura	106,92	130,92	147,17	156,67	142,25
diâmetro da copa	62,33	105,08	118,83	143,58	125,75
diâmetro da base	2,05	2,91	3,39	3,52	3,56
Angico amarelo					
altura	90,83	113,17	127,25	119,17	122,25
diâmetro da copa	65,00	71,92	77,25	65,83	76,58
diâmetro da base	2,77	3,17	3,65	2,98	3,49
Ipê tabaco					
altura	130,00	155,00	164,00	146,50	146,50
diâmetro da copa	59,17	79,58	86,58	100,00	99,58
diâmetro da base	2,21	2,93	2,98	2,98	3,08
Jacarandá mineiro					
altura	60,00	80,00	82,00	101,25	86,75
diâmetro da copa	39,58	53,33	56,17	62,75	51,58
diâmetro da base	1,24	1,72	1,58	1,91	1,71
Pau pereira					
altura	47,08	53,75	75,42	76,67	61,83
diâmetro da copa	25,00	39,58	41,58	49,33	35,67
diâmetro da base	1,12	1,32	1,58	1,72	1,38

fedegoso, evidenciando que a aroeirinha, embora pertencendo ao grupo ecológico dessas espécies, possui um maior requerimento externo por fósforo, ou por outro lado uma menor eficiência de uso deste nutriente, necessitando por isso de maiores doses de superfosfato simples para atingir o patamar de crescimento máximo (Figura 5a-c), isto decorre provavelmente de um sistema radicular pouco desenvolvido. Plantas com sistema radicular pouco desenvolvido geralmente apresentam um maior requerimento externo de fósforo, de acordo com Fox (1981). Por outro lado, para nutrientes pouco móveis, como o fósforo, a velocidade com que se translocam no solo é menor do que a velocidade de crescimento dos pelos absorventes, assim sendo na nutrição fosfatada o volume de solo explorado pelo sistema radicular torna-se muito importante.

O comportamento apresentado por cássia verrugosa e fedegoso não pode ser tomado como característico das espécies pioneiras, haja vista o comportamento distinto apresentado pela aroeirinha, embora o comportamento desta espécie possa constituir-se em uma exceção ao grupo. O número de espécies pioneiras estudadas não permite definitivamente uma conclusão representativa do grupo. É preciso, portanto, que novos estudos envolvendo um número maior de espécies pioneiras sejam incentivados.

Jacarandá mineiro e pau pereira, espécies clímax, apresentaram, via de regra, comportamento similar entre si, com resposta positiva até a dose de 200 g SS/cova e efeito depressivo quando se empregou 400 g SS/cova. Estas espécies não apresentaram variação de comportamento entre as épocas estudadas (Figuras 6a-c e 7a-c, respectivamente). Estes resultados evidenciam um maior requerimento externo por fósforo destas espécies quando comparadas à cássia verrugosa e fedegoso. Espécies clímax, de acordo com Gonçalves et al. (1992b) normalmente possuem um sistema radicular de maior espessura, menor tamanho e menos ramificado, características desfavoráveis a absorção de fósforo,

assim espécies pertencentes a este grupo devem apresentar normalmente maior requerimento externo de fósforo. Isto pode representar uma desvantagem para o uso destas espécies em programas de revegetação de matas ciliares, especialmente quando a área a ser revegetada possui baixos níveis de fósforo no solo.

Angico amarelo e ipê tabaco, aos oito meses, apresentaram, de modo geral, resposta positivas até a dose de 200 g SS/cova. 80 g SS/cova mostrou efeito depressivo no crescimento inicial destas espécies para todos os parâmetros estudados. Contudo, aos dezesseis meses, de modo geral a resposta é positiva até a dose de 100 g SS/cova (Figuras 5d, 5e e 5f). É provável que nesta época estas espécies possuam um menor requerimento externo de fósforo ou ainda que possuam um sistema radicular mais desenvolvido e, por isso, sejam capazes de acessar mais facilmente nutrientes pouco móveis como fósforo. Com efeito a partir desta época menores doses de superfosfato simples seriam suficientes para suprir as exigências de angico amarelo e ipê tabaco.

Efeitos depressivos da adubação fosfatada no crescimento inicial de espécies florestais arbóreas são relatados por Renó (1994), Sun, Simpson e Sands (1992), Jasper, Abbott e Robson (1989) e Maestri et al. (1987) para várias espécies de diferentes grupos ecológicos em estudos em vasos de cultivo. Tais efeitos segundo esses autores pode ser atribuído à toxidez do fósforo sobre as espécies.

Entre as espécies estudadas jacarandá mineiro e pau pereira, espécies clímax, e aroeirinha, espécie pioneira, exigiram as maiores doses de superfosfato simples para atingir o patamar de crescimento máximo, sendo portanto menos promissoras para o uso em áreas que apresentem baixo teor deste nutriente.

Angico amarelo e ipê tabaco, espécies secundárias, apresentaram, de modo geral, comportamento intermediário entre as demais espécies com maior requerimento externo aos oito meses,

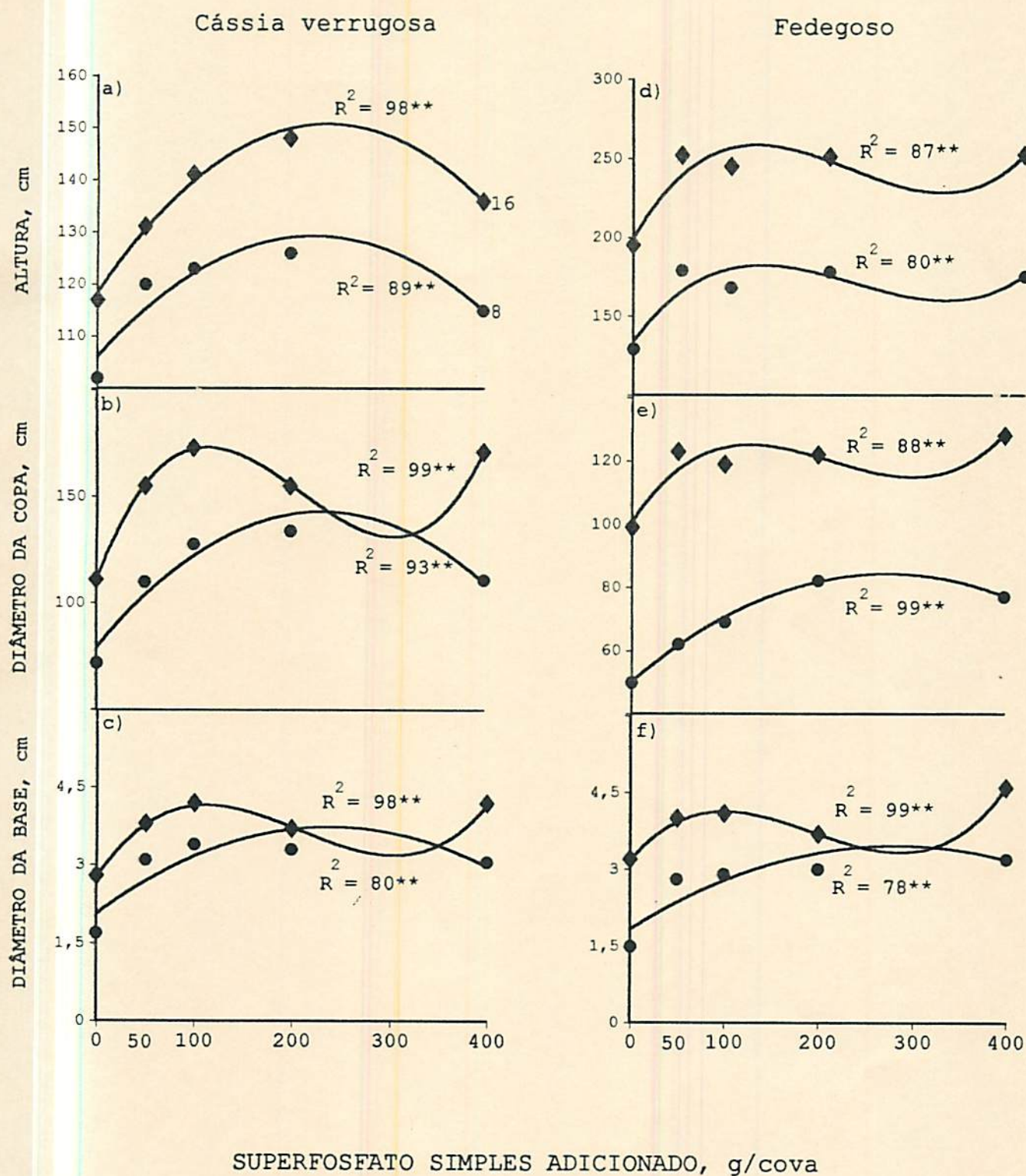
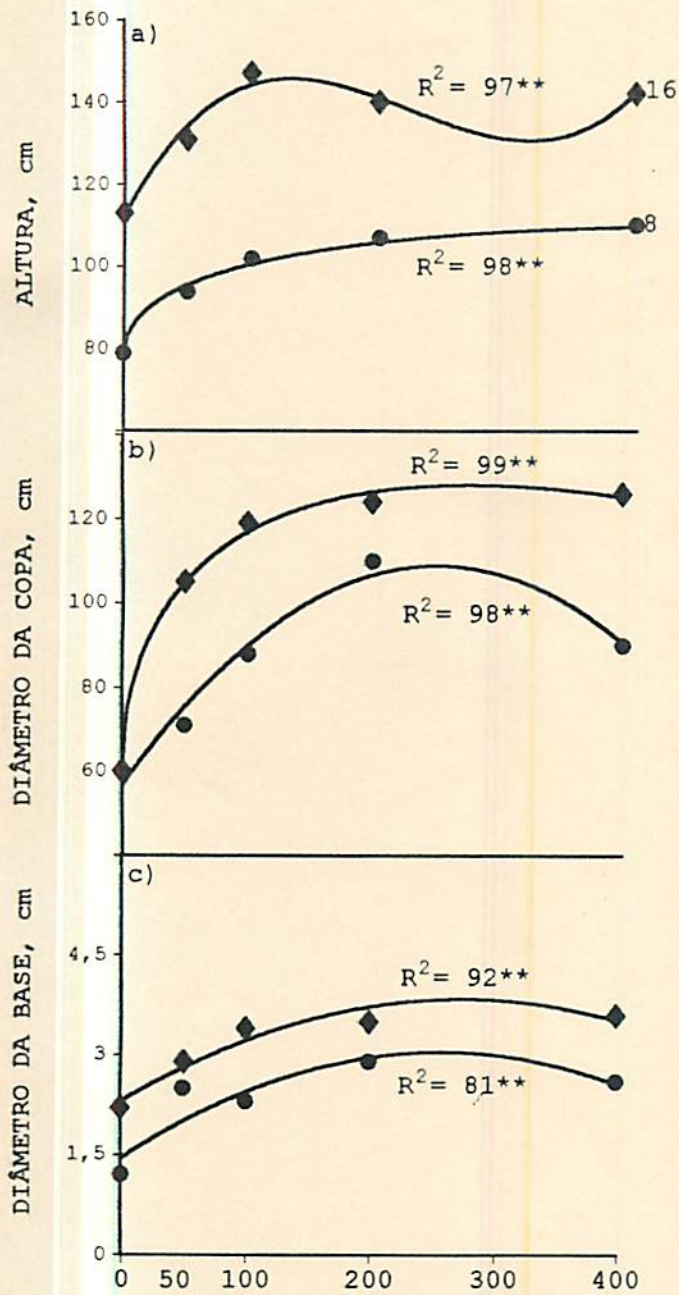
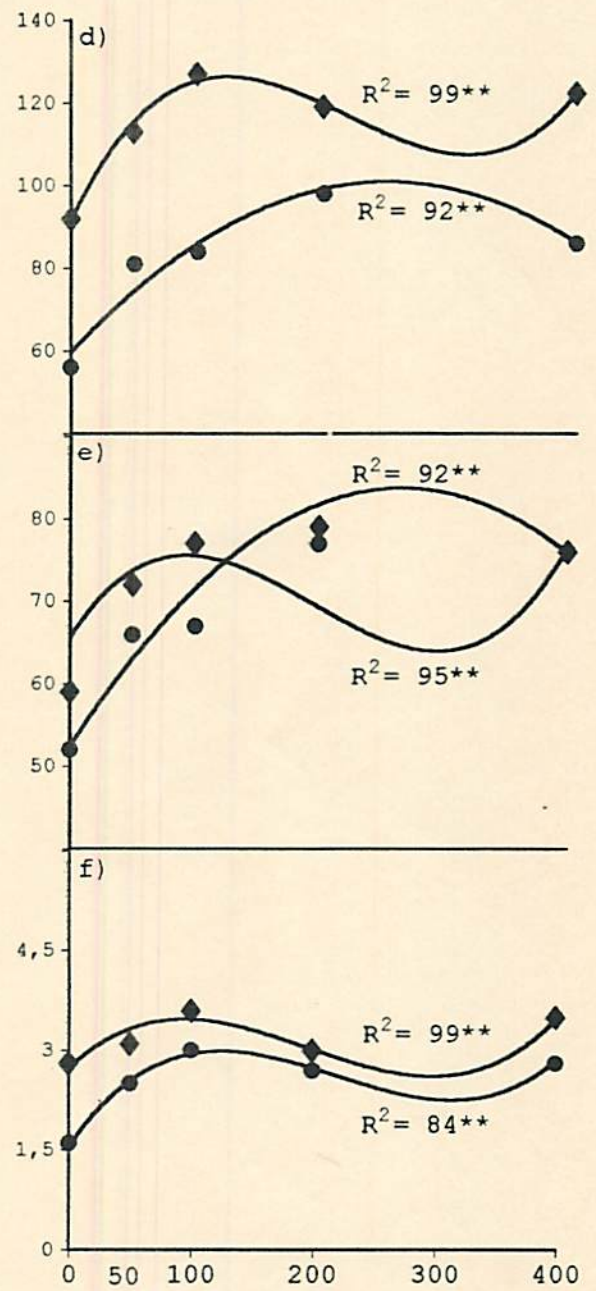


Fig. 4. Resposta em crescimento da cássia verrugosa e do fedegoso à doses de superfosfato simples aos oito (8) e dezesseis meses (16) após o plantio. **, Significativo, pelo teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade.

Aroeirinha



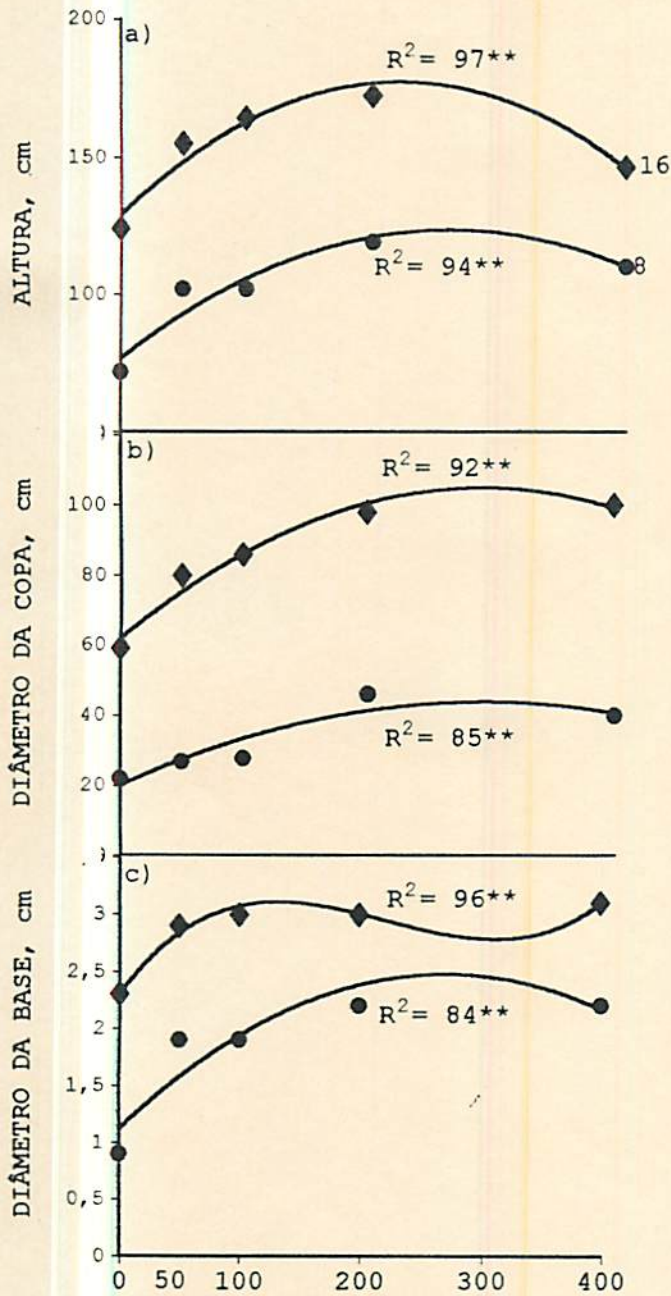
Angico amarelo



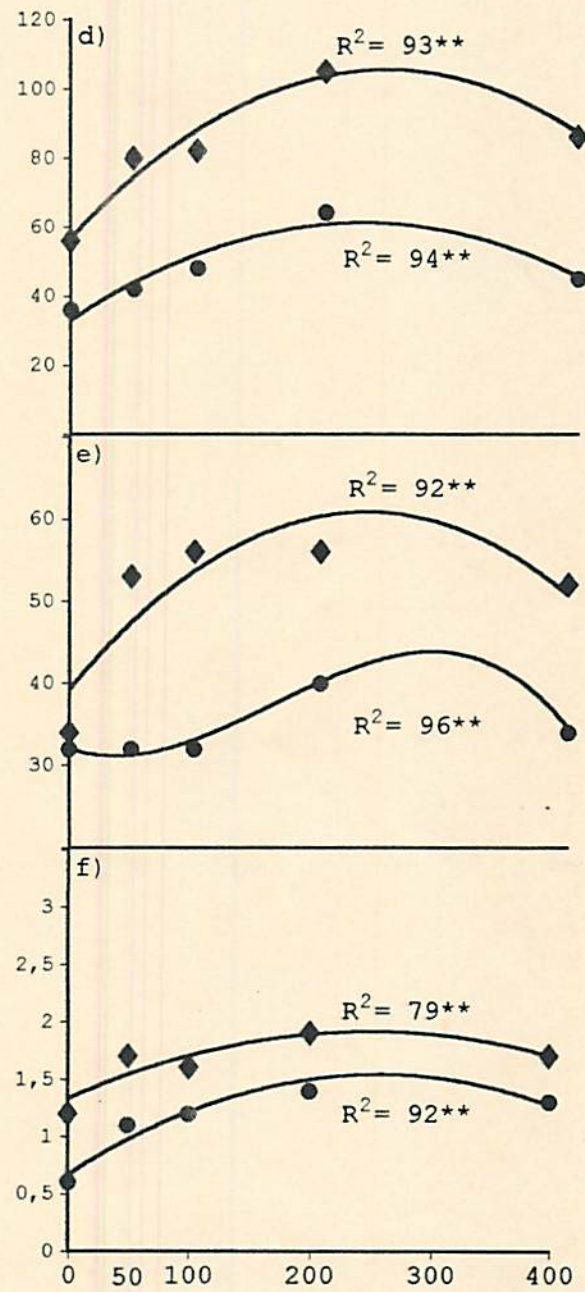
SUPERFOSFATO SIMPLES ADICIONADO, g/cova

Fig. 5. Resposta em crescimento da aroeirinha e do angico amarelo à doses de superfosfato simples aos oito (8) e dezesseis meses (16) após o plantio. **, Significativo, pelo teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade.

Ipê tabaco



Jacarandá mineiro



SUPERFOSFATO SIMPLES ADICIONADO, g/cova

Fig. 6. Resposta em crescimento do ipê tabaco e do jacarandá mineiro à doses de superfosfato simples aos oito (8) e dezesseis meses (16) após o plantio. **, Significativo, pelo teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade.

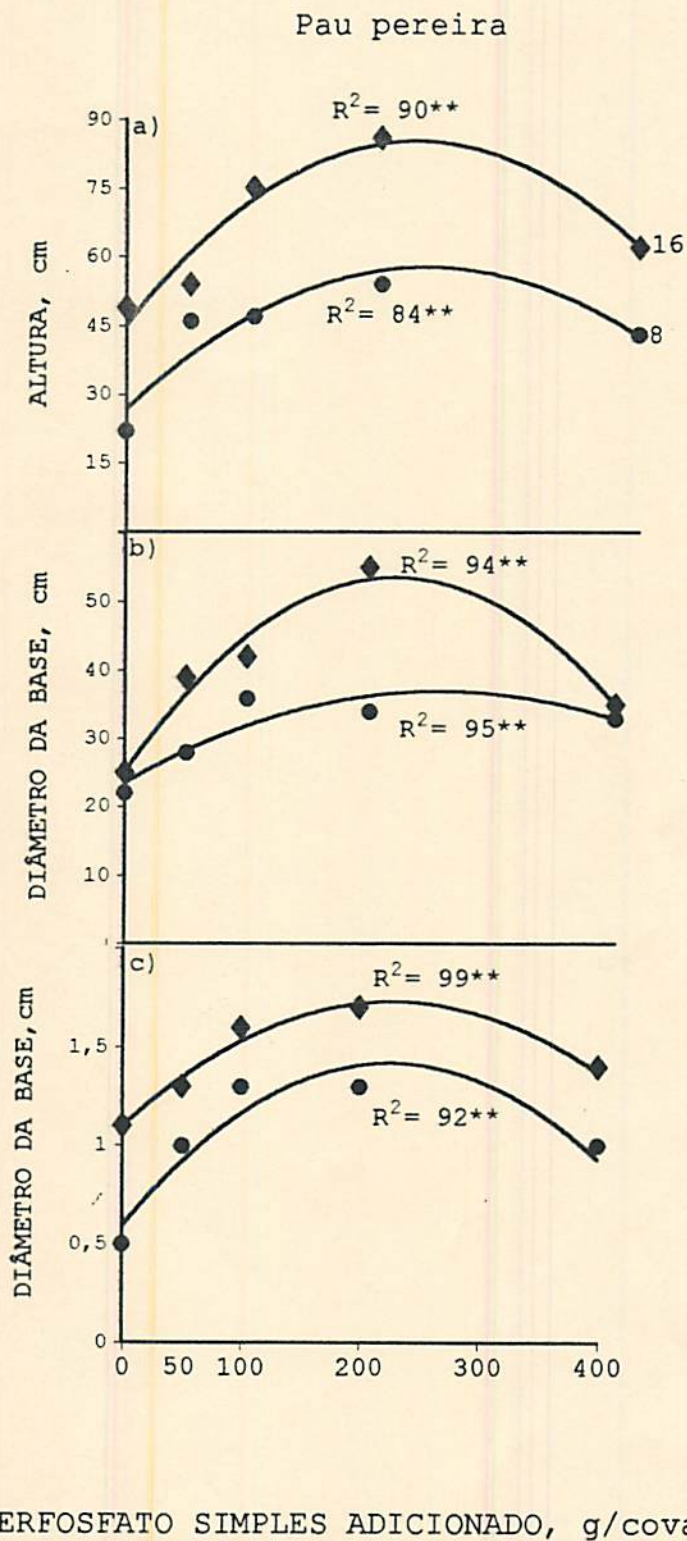


Fig. 7. Resposta em crescimento do pau pereira à doses de superfosfato simples aos oito (8) e dezesseis meses (16) após o plantio.

******, Significativo, pelo teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade.

comportamento próximo daquele apresentado por jacarandá mineiro e pau pereira, e menor requerimento externo aos dezesseis meses com tendência de resposta próxima a apresentada por cássia verrugosa e fedegoso, contudo o número de espécies e de amostragens é insuficiente para que se possa afirmar com precisão se esta é a tendência deste grupo ou se se trata apenas de um comportamento fortuíto.

Os resultados referentes às doses estimadas de superfosfato simples para atingir o crescimento máximo e dose estimada para atingir a 90% do crescimento máximo (dose crítica) são apresentados no Quadro 6.

De modo geral não se observou grandes variações nas doses estimadas para atingir o crescimento máximo entre os diversos parâmetros e épocas considerados para as sete espécies estudadas, sendo que os valores variaram de 220 a 295 g SS/cova, respectivamente, para o diâmetro da copa do pau pereira, aos dezesseis meses, e diâmetro da copa do ipê tabaco, aos oito meses (Quadro 6).

Em média, a menor dose de superfosfato simples para atingir a 90% do crescimento máximo foi estimada para a cássia verrugosa, enquanto a maior dose foi requerida pelo ipê tabaco. Contudo, de maneira geral, a dose crítica estimada pode ser considerada baixa para todas as espécies, não sendo, em média, superior a 140 g SS/cova. Os valores limites variaram de 55 a 165 g SS/cova, respectivamente, para a altura da cássia verrugosa e diâmetro da copa do ipê tabaco, aos oito meses (Quadro 6).

Quadro 6 - Doses estimadas de superfosfato simples (g/cova) para o crescimento máximo e 90% do crescimento máximo (dose crítica) das sete espécies estudadas aos oito e dezesseis meses após o plantio.

Espécie	8 meses			16 meses		
	Altura	Copa	Base	Altura	Copa	Base
.....Crescimento máximo.....						
Fedegoso	-	275	282	-	-	-
Cássia verrugosa	225	232	240	237	-	-
Aroeirinha	250	252	258	-	280	275
Angico amarelo	250	268	-	-	-	-
Ipê-tabaco	260	295	270	222	292	-
Jacarandá-mineiro	245	-	258	248	240	250
Pau-pereira	235	258	225	230	220	228
.....90% do crescimento máximo.....						
Fedegoso	-	138	152	-	-	-
Cássia verrugosa	55	120	125	75	-	-
Aroeirinha	140	135	145	-	90	138
Angico amarelo	125	130	-	-	-	-
Ipê-tabaco	128	165	155	90	148	-
Jacarandá-mineiro	120	-	150	132	110	110
Pau-pereira	133	123	133	123	125	110

- Valores não estimados em função do tipo de ajuste estatístico selecionado.

5 CONCLUSÕES

Todas as espécies estudadas apresentaram resposta positiva à adubação com NPK, sendo que o incremento sobre o crescimento inicial variou de 61 a 325% sobre a testemunha;

A omissão do nitrogênio mostrou-se muito limitante ao crescimento inicial de todas as espécies estudadas, tanto aos oito quanto aos dezesseis meses após o plantio, com reduções no crescimento variando entre 22 a 74%, em relação à adubação NPK;

A omissão do fósforo foi similarmente limitante ao crescimento inicial das espécies, com reduções no crescimento variando entre 7 a 61% em relação à adubação NPK. As menores reduções no crescimento foram observadas para cássia verrugosa e fedegoso;

A omissão do potássio foi pouco limitante ao crescimento inicial da maioria das espécies, com reduções variando entre 1 a 38%. Jacarandá mineiro e pau pereira apresentaram as maiores reduções no crescimento decorrente da omissão de potássio;

Todas as espécies responderam positivamente às doses de superfosfato simples, sendo esta resposta na maioria quadrática. Cássia verrugosa e fedegoso apresentaram elevada resposta a pequenas doses de superfosfato simples (50 g/cova);

Tomando-se por base o diâmetro da copa, a dose crítica de superfosfato simples para 90% do crescimento máximo situou-se em torno de 128 g/cova. Em média a menor dose crítica foi requerida pela cássia verrugosa (94 g/cova) e a maior pelo ipê tabaco (137 g/cova).

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ, V.H.V. **Avaliação da fertilidade do solo; superfícies de resposta - modelos aproximativos para expressar a relação fator resposta.** Viçosa: UFV, 1985. 101p.
- ARKCOLL, D.B. A comparasion of some fastgrowing species suitable for woodlotsin the tropics. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, p.85-97, set 1984.
- ARKCOLL, D.B.; GOULDING, K.W.T.; HUGHES, I.C. Traces of 2:1 layer-silicate clays in Oxisols from Brazil and their significance for potassium nutrition. **Journal of Soil Science**, London, v.36, n.1, p.123-128, Mar. 1985.
- BARBOSA, L.M.; ASPERTI, L.M.; BEDINELLI, C.; BARBOSA, J.M. BELASQUE, E.F.; PIERRE,, E. Informações básicas para modelos de recuperação de áreas degradadas de matas ciliares. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.4, p.640-643, 1992.
- BATISTA, E.A.; COUTO, H.T.Z. Influência de fatores químicos do solo sobre o desenvolvimento das espécies florestais mais importantes do cerrado da reserva biológica de Mogi-Guaçu, SP. Congresso Nacional sobre Essências Naturais, 2 **Anais...** Curitiba, 1992, p.29-34.
- BUDOWSKI, A. Distribution of tropical american rain forest species in the light sucessional progress. **Turrialba**, Turrialba, v.15, n.1, p.40-42, Dec. 1965.
- BOWEN, G.D.; NAMBIAR, E.K.S. Future directions in plantation nutrition research. In: BOWEN, G.B. **Nutrition plantation forests.** London: Academic Press, 1989.
- BRAGA, J.M. **Avaliação da fertilidade do solo; ensaios de campo.** Viçosa: UFV, 1983. 75p.
- BROWN, S. Tropical secondary forests. **Journal of Tropical Ecology**, New York, v.6, n.1, p.1-32, Feb. 1990.

- CARVALHO, P.E.R. **Espécies florestais brasieiras; recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira.** Curitiba, EMBRAPA: CNPF, 1992. 572p.
- CLARK, D.A.; CLARK, D.B. Analisis de la regeneracion de arboles de dossel en bosque muy humedo tropical; aspectos teóricos e práticos. In: CLARK, D.A.; FETCHER, N. **Ecologia y ecofisiologia de plantas en los bosques mesoamericanos.** Revista de Biologia Tropical, San José, v.35, n.1, p.41-54, Jun. 1987. (supl. 1).
- DIAS, L.E.; ALVAREZ, V.H.V.; BRIENZA JUNIOR, S. Formação de mudas de *Acacia mangium* Willd. 1. Resposta a calcário e a fósforo. CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, Campos do Jordão, 1990. **Anais...Campos do Jordão: SBS, 1990. p.449-453.**
- DIAS, L.E.; FARIA, S.M. Deficiências nutricionais em *Acacia mangium* Willd. REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20, Piracicaba, 1992. **Anais...Piracicaba: SBCS, 1992. p.26-31.**
- DIGHTON, J.; JONES, H.E.; POSKITT, J.M. The use of nutrient bioassays to assess the response of *Eucalyptus grandis* to fertilizer application. 1. Interations between nitrogen, phosphorus and potassium in seedling nutrition. **Canadian Journal Forest Research**, Ottawa, v.23, n.1, p.1-13, Jan.1993.
- EPSTEIN, E. **Nutrição mineral de plantas; principios e perspectivas.** Rio de Janeiro: EDUSP, 1975.
- FARIA, M.P. **Resposta de mudas de leguminosas arbóreas ao fósforo e endomicorrizas em um latossolo da região da represa de Camargos/Itutinga (MG).** Lavras: ESAL, 1993. 100p. (Dissertação - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).
- FOX, J.L. External phosphorus requeriments of crops. In: STELLY, M. Chemistry in the soil enviroment. **Journal of the American Society of Agronomy**, Madison, v.1, p.223-259, 1981.
- FRANCO, A.A. Fixação de nitrogênio em árvores e fertilidade do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, p.253-261, jun, 1984.
- GONÇALVES, J.L.M; KAGEYAMA, P.Y.; FREIXEDAS, V.M.; GONÇALVES, J.C.; GERES, W.L. de A. Capacidade de absorção e eficiência nutricional de algumas espécies arbóreas tropicais. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, vol.4, p.463-469, 1992a.

- GONÇALVES, J.L.M.; FREIXEDAS, V.M.; KAGEYAMA, P.Y.;
GONÇALVES, J.C.; DIAS, J.H. Produção de biomassa e sistema radicular de espécies de diferentes estágios sucessionais. *Revista do Instituto Florestal*, São Paulo, v.4. p. ,1992b.
- HERBERT, M.A.; SCHONAU,, A.P.G. Fertilizing commercial forest species in Southern Africa; research progress and problems (part 1). *Tropischer Walddbaune*, Bayeruth, p.58-70, july, 1989.
- HERBERT, M.A.; SCHONAU,, A.P.G. Fertilizing commercial forest species in Southern Africa; research progress and problems (part 2). *South African Forestry Journal*, Pietermaritzburg, v.152, p.34-42, mar. 1990.
- JASPER, D.A.; ABBOTT, L.K.; ROBSON, A.D. Acacias respond to additions of phosphorus and inoculation with VA mycorrhizal in soils stockpiled during mineral sand mining. *Plant and Soil*, The Hague, v.115, p.99-108, 1989.
- JOKELA, E.J.; ALLEN, H.L.; McFEE, W.W. Fertilization of southern pines at establishment. In: DURYEA, M.L.; DOUGHERTY, P.M.. *Forest regeneration manual*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1991. p.263-277.
- JORDAN, C.F. *Nutrient cycling in tropical forest ecosystems*. New York: John Wiley and Sons, 1989. 516p.
- KAGEYAMA, P.Y.; FREIXEDAS, V.M.; GERES, W.L.A.; DIAS, J.H.P.; BORGES, A.S. Consórcio de espécies nativas de diferentes grupos sucessionais. *Revista do Instituto Florestal*, São Paulo, v.4, p.527-533, 1992.
- KAGEYAMA, P.Y.; BIELLA, L.C.; PALERMO JUNIOR, A. Plantações mistas com espécies nativas com fins de proteção de reservatórios. CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, Campos do Jordão, 1990. *Anais...Campos do Jordão*: SBS, 1990. p.109-112.
- LORENZI, H. *Árvores do Brasil*; manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 352p.

- LOWERY, R.F.; LAMBERTH, C.C.; ENDO, M.; KANE, M. Vegetation management in tropical forest plantations. **Canadian Journal Forest Research**, Ottawa, v.23, n.10, p.2006-2014, Oct. 1993.
- LUGO, A.E.; CUEVAS, E.; SANCHEZ, M.J. Nutrients and mass in litter and top soil of ten tropical tree plantations. **Plant and Soil**, The Hague, v.125, n.2, p.263-280, July, 1990.
- MAESTRI, R.; GRAÇA, L. SIMÃO, J.W.; FREITAS, A.J.P. Análise da adubação fosfatada na produção física e econômica da acácia negra. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Curitiba, v.14, p.39-53, 1987.
- MARTINS, S.S.; TAKAHASHI, L.Y.; BORGES, L.C.G. Desenvolvimento de algumas espécies florestais nativas em plantio de e enriquecimento. CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, Campos do Jordão, 1990. **Anais...** Campos do Jordão: SBS, 1990. p. 239-242.
- MEAD, D.J.; PRITCHETT, W.L. A comparison of tree responses to fertilizers in field and pot experiments. **Soil Science Society America Proceedings**, Madison, v.35, n.2, p.346-349, Mar. 1971.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. **Principles of plant nutrition**. Berne: International Potash Institute, 1982. 655p.
- MOHAN, S. Fertilizer response on the growth and biomass of a common timber species of arunachal pradesh *Terminalia myriocarpa* (HOLLOCK) seedlings. **The Indian Forester**, New Deli, v.118, n.11, p.822-831, Nov. 1992.
- MOHAN, S. PRASSAD, K.G.; GUPTA, G.N. Fertilizer responses of selected social forestry species under varying soil texture. **The Indian Forester**, New Deli, v.116, n.1, p.49-57, Jan. 1990.
- MONTAGNINI, F. et al.. **Sistemas agloflorestales; principios y aplicaciones en los trópicos**. San José: OET, 1992. 622p.
- NAMBIAR, E.K.S. Plantation forests; their scope and perspective on plantation nutrition. In: BOWEN, G.B.; NAMBIAR, E.K.S. **Nutrition of plantation forests**. London: Academic Press, 1989. p.1-15.

- NAMBIAR, E.K.S.; SANDS, R. Competition and nutrients in forests. **Canadian Journal Forest Research**, v.23, n.10 p.1955-1968, Oct. 1993.
- NEILSEN, W.A.; PATACZEK, W.; LYNCH, T.; PYRKE, R. Growth response of *Pinus radiata* to multiple applications of nitrogen remaining in the forest system. **Plant and Soil**, The Hague, v.144, p.207-212, Aug. 1992.
- OLIVEIRA-FILHO, A.T.; VILELA, E.A.; CARVALHO, D.A.; GAVILANES; M.L. Effects of soils and topography on the distribution of tree species in tropical riverine forest in Southern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, New York, v.10, 1994. (no prelo)
- PIÑ-RODRIGUES, F.C.; COSTA, L.G.S.; REIS, A. Estratégia de estabelecimento de espécies arbóreas e o manejo de florestas tropicais. CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, Campos do Jordão, 1990. **Anais...** Campos do Jordão, SBS, 1990. p.676-684.
- PRITCHETT, W.L.; FISHER, R.F. Properties and management forest soils. New York, John Wiley and Sons, 1987. 494p.
- RAIJ, B.V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres/POTAFOS, 1991. 343p.
- RENÓ, N.B. **Requerimentos nutricionais e resposta ao fósforo e fungo micorrízico de espécies arbóreas nativas do sudeste brasileiro**. Lavras: ESAL, 1994. 62p. (Dissertação - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).
- SAGINGA, N.; GWAZE, D.; SWIFT, M.J. Nutrient requirements of exotic tree species in Zimbabwe. **Plant and Soil**, The Hague, v.132, n.2, p.197-205, Apr. 1991.
- SANCHEZ, P.A. **Suelos del trópico; características y manejo**. San José: IICA, 1981. 660p.
- SARRIÉS, G.A.; OLIVEIRA, J.C.V.; ALVES, M.C. **SANEST**. Piracicaba: CIAGRI, 1992. 80p. (Série didática CIAGRI, 6)
- SHOULDERS, E.; TIARKS, A.E. Nine-year response of thinned slash pine to nitrogen, phosphorus and potassium. **Soil Science Society of American Journal**, San Antonio, v.54, n.1, p.234-237, Feb., 1990.

- SIMÃO, J.W.; COUTO, H.T.Z. Efeitos da omissão de nutrientes na alimentação mineral do pinheiro do paran , *Araucaria augustifolia* (Bert.) cultivado em vaso. IPEF, Piracicaba, v.4, p.3-40, 1973.
- SUN, J.S.; SIMPSON, R.J.; SANDS, R. Nitrogenase activity of two genotypes of *Acacia mangium* as affected by phosphorus nutrition. *Plant and Soil*, The Hague, v.144, n.1, p.51-58, July 1992.
- SWAINE, M.D.; WHITMORE, T.C. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. *Vegetatio*, The Hague, v.75, p.81-86, 1988.
- ZOBEL, B.J.; VAN WYK, G, STAHL, P. *Growing exotic forests*. New York: John Wiley, 1987. 508p. 1987.

7. ANEXO

Quadro 1A. Resumo das análises de variância dos parâmetros de crescimento avaliados, aos oito meses, nas sete espécies estudadas em função dos tratamentos com adubação NPK e omissão de N, P e K.

Espécie/Causa de variação	Altura	Parâmetros avaliados	
		Diâmetro da copa	Diâmetro da base
QM			
Fedegoso			
Tratamento	123431,0267**	35437,6933**	32,0403**
Erro	1291,3889	388,1318	0,2591
C.V. (%)	19,47	22,30	18,54
média	184,55	88,35	2,74
QM			
Cássia verrugosa			
Tratamento	27442,3600**	42336,4433**	21,6409**
Erro	394,7502	590,5045	0,4200
C.V. (%)	16,84	20,95	22,88
média	118,01	116,01	2,83
QM			
Aroeirinha			
Tratamento	11676,6250**	19118,4833**	11,1861**
Erro	1098,5189	780,9390	0,3120
C.V. (%)	29,95	33,89	25,29
média	110,67	82,47	2,24
QM			
Angico amarelo			
Tratamento	6088,5447**	4833,7750**	6,6219
Erro	499,8742	258,9585	0,2632
C.V. (%)	26,30	33,39	22,67
média	85,00	48,20	2,26
QM			
Ipê tabaco			
Tratamento	10486,1000**	6025,4167**	7,6277
Erro	878,7651**	134,0959	0,1321
C.V. (%)	24,87	17,61	17,92
média	119,18	65,75	2,03
QM			
Jacarandá mineiro			
Tratamento	3253,9833**	1358,2333**	1,4931**
Erro	356,7994	143,1248	0,1373
C.V. (%)	25,14	25,52	27,82
média	75,13	45,12	1,33
QM			
Pau pereira			
Tratamento	1909,4333**	1079,5417**	1,0747**
Erro	231,4682	126,2214	0,0890
C.V. (%)	26,70	37,45	24,45
média	56,98	30,00	1,23

** Significativo, pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

Quadro 2A. Resumo das análises de variância dos parâmetros de crescimento avaliados, aos dezesseis meses, nas sete espécies estudadas em função dos tratamentos com adubação NPK e omissão de N, P e K.

Espécie/Causa de variação	Altura	Parâmetros avaliados	
		Diâmetro da copa	Diâmetro da base
Fedegoso QM			
Tratamento	96287,7933**	12855,4167**	37,2477**
Erro	1285,2423	205,7541	0,3182
C.V. (%)	15,92	22,30	15,60
média	225,25	109,19	3,62
Cássia verrugosa QM			
Tratamento	16974,0933**	43516,7267**	30,9986**
Erro	472,5223	572,2658	0,4431
C.V. (%)	16,91	20,95	18,93
média	128,58	147,57	3,52
Aroeirinha QM			
Tratamento	14057,6417**	11231,9417**	4,8423**
Erro	623,1921	723,9129	0,4715
C.V. (%)	23,46	24,21	22,25
média	129,52	111,12	3,09
Angico amarelo QM			
Tratamento	9575,3583**	399,8083*	1,5987**
Erro	216,7824	402,8135	0,2514
C.V. (%)	13,63	28,14	15,67
média	108,03	71,32	3,20
Ipê tabaco QM			
Tratamento	16531,0167**	3410,6417**	1,5047**
Erro	563,6676	184,9034	0,1787
C.V. (%)	17,31	16,00	14,91
média	137,15	84,98	2,84
Jacarandá mineiro QM			
Tratamento	2378,7917**	860,1417**	0,7393**
Erro	368,7959	157,7959	0,1672
C.V. (%)	23,30	23,84	25,06
média	82,42	52,68	1,63
Pau pereira QM			
Tratamento	2252,3583**	986,3583**	0,6602**
Erro	245,9446	169,6960	0,0804
C.V. (%)	25,08	39,72	19,92
média	62,53	32,80	1,42

** , * Significativo, pelo teste de Tukey ao nível de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.

Quadro 3A.. Resumo das análises de variância dos parâmetros de crescimento, aos oito meses, analisados nas sete espécies estudadas em função das doses de superfosfato simples.

Espécie/Causa de variação	Parâmetros avaliados		
	Altura	Diâmetro da copa	Diâmetro da base
Fedegoso			
		QM	
Tratamento	13260,8100**	4791,5933**	14,3363**
Erro	910,6730	233,9674	0,2313
C.V. (%)	18,16	22,39	17,82
média	166,15	68,32	2,70
Cássia verrugosa			
		QM	
Tratamento	2501,4567**	17604,9067**	14,8670**
Erro	534,0792	794,1707	0,4318
C.V. (%)	19,67	25,30	22,50
média	117,49	111,37	2,92
Fedegoso			
		QM	
Tratamento	13260,8100**	4791,5933**	14,3363**
Erro	910,6730	233,9674	0,2313
C.V. (%)	18,16	22,39	17,82
média	166,15	68,32	2,70
Aroeirinha			
		QM	
Tratamento	1763,1000**	4377,5500**	4,9961**
Erro	670,6821	326,3424	0,1150
C.V. (%)	26,29	21,54	14,88
média	98,52	83,85	2,28
Angico amarelo			
		QM	
Tratamento	2840,2083**	1675,1083**	3,8439**
Erro	124,9003	238,1946	0,1346
C.V. (%)	13,78	22,40	14,54
média	81,08	68,88	2,52
Ipê tabaco			
		QM	
Tratamento	3819,5583**	1152,5833**	3,6468**
Erro	283,2654	858,3173	0,0848
C.V. (%)	16,62	28,35	15,87
média	101,23	32,58	1,84
Jacarandá mineiro			
		QM	
Tratamento	1389,1083**	157,0583**	1,3154**
Erro	139,1343	90,1654	0,1056
C.V. (%)	25,04	27,74	28,89
média	47,12	34,23	1,12
Pau pereira			
		QM	
Tratamento	1777,7667**	1423,8750**	1,2260**
Erro	169,6308	99,0057	0,0530
C.V. (%)	30,60	25,51	22,99
média	42,57	39,00	1,00

** Significativo, pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

Quadro 4A. Resumo das análises de variância dos parâmetros de crescimento avaliados, aos dezesseis meses, nas sete espécies estudadas em função das doses de superfosfato simples.

Espécie/Causa de variação	Parâmetros avaliados		
	Altura	Diâmetro da copa	Diâmetro da base
Fedegoso			
	QM		
Tratamento	18306,6400**	3957,5730**	8,3994**
Erro	1374,4113	485,1992	0,3294
C.V. (%)	15,51	18,60	14,70
média	239,07	118,46	3,90
Cássia verrugosa			
	QM		
Tratamento	4112,9600**	18661,8833**	10,0279**
Erro	526,7896	849,3468	0,5074
C.V. (%)	17,02	19,02	19,15
média	134,88	153,20	3,72
Aroeirinha			
	QM		
Tratamento	2142,1083**	9435,1917**	4,2390**
Erro	1297,3984	76,0232	0,4884
C.V. (%)	26,72	26,00	22,46
média	134,78	106,37	3,11
Angico amarelo			
	QM		
Tratamento	2222,2250**	270,3333*	1,5352**
Erro	232,9370	384,9164	0,2512
C.V. (%)	13,29	27,19	15,64
média	114,82	72,17	3,20
Ipê tabaco			
	QM		
Tratamento	4145,9167**	3305,5167**	1,3381**
Erro	491,3676	291,2384	0,1844
C.V. (%)	14,54	20,17	15,03
média	152,42	84,59	2,86
Jacarandá mineiro			
	QM		
Tratamento	3890,5167**	984,4750**	0,7010**
Erro	315,9865	170,1094	0,1676
C.V. (%)	21,67	25,95	25,04
média	82,02	50,27	1,64
Pau pereira			
	QM		
Tratamento	2796,8917**	356,9167*	0,6490**
Erro	275,8148	98,6487	0,0852
C.V. (%)	25,48	32,48	20,68
média	65,18	30,58	1,41

** , * Significativo, pelo teste de Tukey ao nível de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.

Quadro 5A. Equação de Regressão de melhor ajuste para as resposta das sete espécies estudadas à doses de superfosfato simples aos oito e dezesseis meses após o plantio.

Parâmetro	Época	Equação de Regressão	R ²
Fedegoso			
Altura	8 meses	$Y = 133,818649 + 0,8511156x - 0,00456807x^2 + 0,000006756x^3$	80**
	16 meses	$Y = 199,44883 + 1,0734731x - 0,00594379x^2 + 0,000008972x^3$	87**
Diâmetro da copa	8 meses	$Y = 50,369744 + 0,2474098x - 0,00045085x^2$	99**
	16 meses	$Y = 100,755087 + 0,4463042x - 0,00249891x^2 + 0,000003895x^3$	88**
Diâmetro da base	8 meses	$Y = 1,837897 + 0,0114607x - 0,00002021x^2$	78**
	16 meses	$Y = 3,173686 + 0,0216537x - 0,00014526x^2 + 0,00000025x^3$	99**
Cássia verrugosa			
Altura	8 meses	$Y = 106,064103 + 0,2069922x - 0,00046164x^2$	89**
	16 meses	$Y = 118,381538 + 0,2710468x - 0,00056844x^2$	98**
Diâmetro da copa	8 meses	$Y = 79,145128 + 0,5501489x - 0,00118339x^2$	93**
	16 meses	$Y = 110,998412 + 1,2411939x - 0,0074585x^2 + 0,00001183x^3$	99**
Diâmetro da base	8 meses	$Y = 2,0603559 + 0,0140392x - 0,00002932x^2$	80**
	16 meses	$Y = 2,7600813 + 0,028279x - 0,00017196x^2 + 0,000000275x^3$	98**
Aroeirinha			
Altura	8 meses	$Y = 78,5979 + 2,85486x^{0,5} - 0,0654688x$	98**
	16 meses	$Y = 112,208842 + 0,5893263x - 0,00316783x^2 + 0,000004705x^3$	97**
Diâmetro da copa	8 meses	$Y = 56,682051 + 0,4146294x - 0,00082415x^2$	98**
	16 meses	$Y = 58,3064 + 8,38009x^{0,5} - 0,251604x$	99**
Diâmetro da base	8 meses	$Y = 1,438205 + 0,0123936x - 0,00002397x^2$	81**
	16 meses	$Y = 2,294487 + 0,0112012x - 0,00002031x^2$	92**
Angico amarelo			
Altura	8 meses	$Y = 59,625641 + 0,3298896x - 0,00065943x^2$	92**
	16 meses	$Y = 91,517535 + 0,6449862x - 0,00362238x^2 + 0,000005504x^3$	99**
Diâmetro da copa	8 meses	$Y = 52,335897 + 0,2354024x - 0,00044148x^2$	95**
	16 meses	$Y = 65,696262 + 0,2353929x - 0,00165105x^2 + 0,000002826x^3$	92**
Diâmetro da base	8 meses	$Y = 1,551346 + 0,026346x - 0,00014657x^2 + 0,000000222x^3$	99**
	16 meses	$Y = 2,72389 + 0,0175508x - 0,00012159x^2 + 0,000000206x^3$	84**
Ipê tabaco			
Altura	8 meses	$Y = 76,683333 + 0,3592581x - 0,00069032x^2$	94**
	16 meses	$Y = 129,044872 + 0,4331576x - 0,00097887x^2$	97**
Diâmetro da copa	8 meses	$Y = 20,002564 + 0,1617357x - 0,00027481x^2$	85**
	16 meses	$Y = 61,882051 + 0,2931079x - 0,00049996x^2$	92**
Diâmetro da base	8 meses	$Y = 1,118718 + 0,0100036x - 0,00001845x^2$	84**
	16 meses	$Y = 2,299599 + 0,0141878x - 0,00007609x^2 + 0,000000114x^3$	96**
Jacarandá mineiro			
Altura	8 meses	$Y = 33,038462 + 0,245622x - 0,00053565x^2$	93**
	16 meses	$Y = 56,819231 + 0,3926927x - 0,00079309x^2$	94**
Diâmetro da copa	8 meses	$Y = 32,10378 - 0,0519248x + 0,00077821x^2 - 0,000001583x^3$	96**
	16 meses	$Y = 39,258974 + 0,1820778x - 0,00038362x^2$	92**
Diâmetro da base	8 meses	$Y = 0,666282 + 0,0067867x - 0,00001316x^2$	92**
	16 meses	$Y = 1,330641 + 0,0046702x - 0,00000932x^2$	79**
Pau pereira			
Altura	8 meses	$Y = 26,905128 + 0,2624231x - 0,00055769x^2$	84**
	16 meses	$Y = 45,344872 + 0,3512597x - 0,00058164x^2$	90**
Diâmetro da copa	8 meses	$Y = 23,530769 + 0,1042696x - 0,00020207x^2$	95**
	16 meses	$Y = 25,130769 + 0,2572589x - 0,00058164x^2$	94**
Diâmetro da base	8 meses	$Y = 0,593462 + 0,0072924x - 0,00001613x^2$	92**
	16 meses	$Y = 1,097051 + 0,0055284x - 0,00001211x^2$	99**

** , Significativo, pelo teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade.

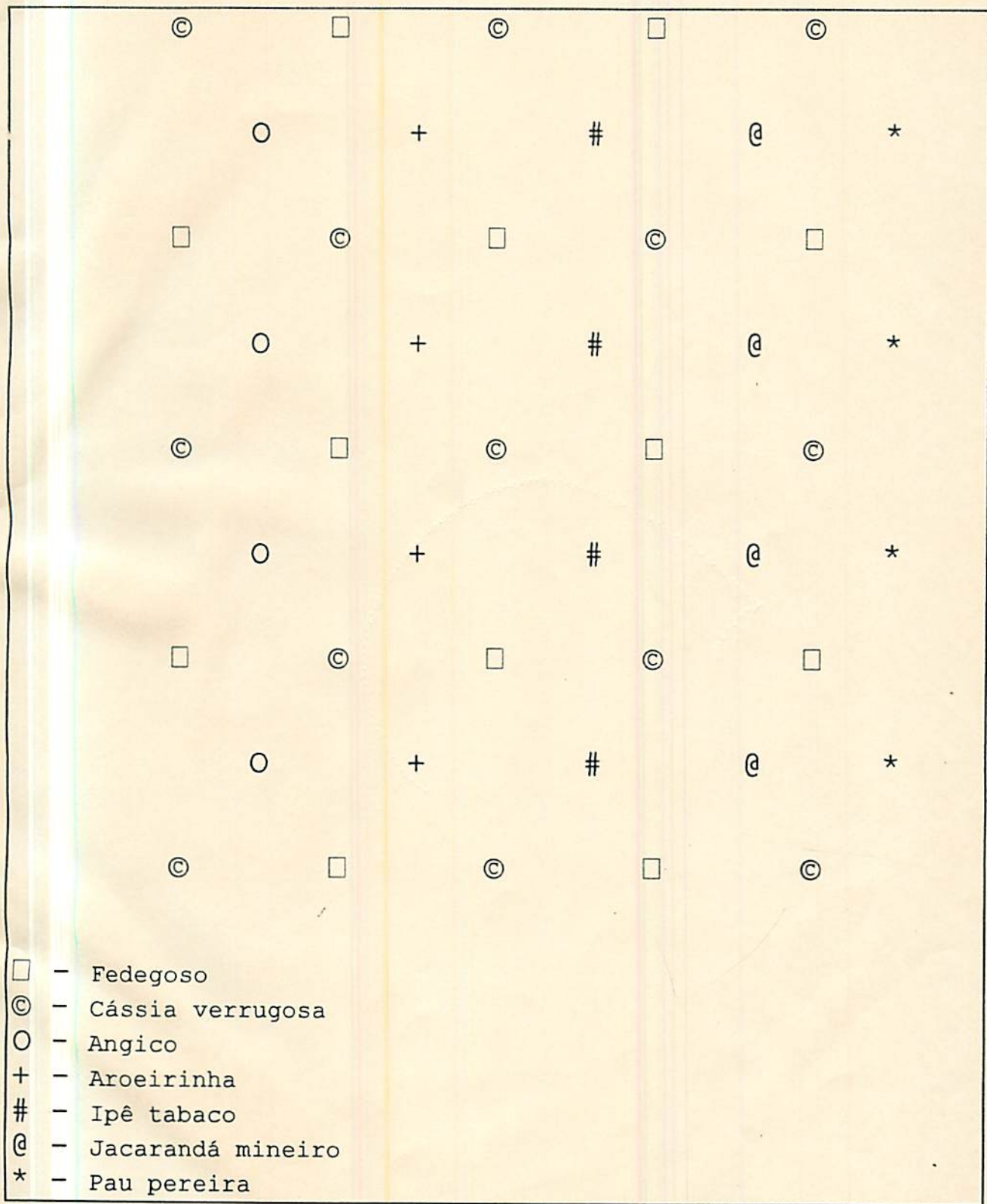


Figura 1A. Croqui da área útil da parcela segundo o esquema quincôncio com espaçamento de 3 m entre plantas e 1,5 m entre linhas.